This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

W 298.8R
3

H 298.18.3

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY OF THE
MINERALOGICAL
LABORATORY
UNIVERSITY MUSEUM

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005

Department of
Mineralogy & Petrography
HARVARD UNIVERSITY
CAMBRIDGE, MASS.

HARVARD UNIVERSITY,
CAMBRIDGE,
MASS.
Dept. of Mineralogy & Petrography.

Überreicht vom Verfasser.

ÜBER URAUSSCHEIDUNGEN IN RHEINISCHEN BASALTEN

VON

F. ZIRKEL.

Des XXVIII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse
der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N° III.

LEIPZIG
BEI B. G. TEUBNER
1903.

ABHANDLUNGEN

DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

ERSTER BAND. (I. Bd.*) Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1852. brosch. Preis 13 M. 60 Ngr.

A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. Mit 1 Taf. 1849. 2 M. 40 Ngr.
P. A. HANSEN, Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1-\frac{1}{2}\alpha H+\alpha 2)\cdot\frac{1}{2}$ nach den Potenzen von α. 1849. 1 M. 20 Ngr.
A. SEEBECK, Ueber die Querschwingungen elastischer Stäbe. 1849. 1 M.
C. F. NAUMANN, Ueber die cyclocentrische Conchospirale u. über das Windungsgesetz v. Planorbis Corneus. 1849. 1 M.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Widerstandsmessungen). 2. Abdruck. 1868. 3 M.
F. REICH, Neue Versuche mit der Drehwaage. 1852. 2 M.
M. W. DROBISCH, Zusätze zum Florentiner Problem. Mit 1 Taf. 1852. 1 M. 60 Ngr.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen (Diamagnetismus). Mit 1 Taf. 2. Abdruck. 1867. 2 M.

ZWEITER BAND. (IV. Bd.) Mit 19 Tafeln. hoch 4. 1855. brosch. Preis 20 M.

M. W. DROBISCH, Ueber musikalische Tonbestimmung und Temperatur. Mit 1 Taf. 1852. 3 M.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. I. Mit 18 Taf. 1852. 4 M.
P. A. HANSEN, Entwickelung des Products einer Potenz des Radius Vectors mit dem Sinus oder Cosinus eines Vielfachen der wahren Anomalie in Reihen, die nach den Sinussen oder Cosinussen der Vielfachen der wahren, excentrischen oder mittleren Anomalie fortschreiten. 1853. 3 M.
—— Entwickelung der negativen und ungraden Potenzen der Quadratwurzel der Function $r^2+r'^2-2rr'(\cos U\cos U'+\sin U\sin U'\cos J)$. 1854. 3 M.
O. SCHLÖMILCH, Ueber die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit. 1854. 80 Ngr.
—— Ueber einige allgemeine Reihenentwickelungen und deren Anwendung auf die ellipt. Functionen. 1854. 1 M. 60 Ngr.
P. A. HANSEN, Die Theorie des Aequatoreals. 1855. 2 M. 40 Ngr.
C. F. NAUMANN, Ueber die Rationalität der Tangenten-Verhältnisse tautozonaler Krystallflächen. 1855. 1 M.
A. F. MÖBIUS, Die Theorie der Kreisverwandtschaft in rein geometrischer Darstellung. 1855. 2 M.

DRITTER BAND. (V. Bd.) Mit 15 Tafeln. hoch 4. 1857. brosch. Preis 19 M. 20 Ngr.

M. W. DROBISCH, Nachträge zur Theorie der musikalischen Tonverhältnisse. 1855. 1 M. 20 Ngr.
P. A. HANSEN, Auseinandersetz. e. zweckm. Methode z. Berechn. d. absol. Störung. d. klein. Planeten. 1. Abhdlg. 1856. 5 M.
R. KOHLRAUSCH und W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitäts-Messungen auf mechanisches Maass. 2. Abdruck. 1889. 1 M. 60 Ngr.
H. D'ARREST, Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen. Erste Reihe. 1856. 2 M. 40 Ngr.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 1. Abhdlg.: Ueb. d. Mess. d. atmosph. Elektricität nach absol. Maasse. M. 2 Taf. 1856. 6 M.
W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. II. Mit 13 Taf. 1857. 4 M.

VIERTER BAND. (VI. Bd.) Mit 29 Tafeln. hoch 4. 1859. brosch. Preis 22 M. 50 Ngr.

P. A. HANSEN, Auseinandersetz. e. zweckm. Methode z. Berechn. d. absol. Störungen d. klein. Planeten. 2. Abhdlg. 1857. 4 M.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuchungen. 2. Abhdlg.: Ueber die thermo-elektr. Eigensch. des Borocites. 1857. 2 M. 40 Ngr.
—— Elektr. Untersuch. 3. Abhdl.: Ueber Elektricitätserregung zwischen Metallen und erhitzten Salzen. 1858. 1 M. 60 Ngr.
P. A. HANSEN, Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen. Mit 2 Taf. 1858. 6 M.
G. T. FECHNER, Ueber ein wicht. psychophys. Grundgesetz u. dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngrössen. 1858. 2 M.
W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen mit ursprünglich einzelligem, nur durch Zellentheilung wachsendem Endosperm. Mit 27 Taf. 1859. 8 M.

FÜNFTER BAND. (VII. Bd.) Mit 30 Tafeln. hoch 4. 1861. brosch. Preis 24 M.

W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 4. Abhdlg.: Ueber das Verhalten d. Weingeistflamme in elektr. Beziehung. 1859. 2 M.
P. A. HANSEN, Auseinandersetz. e. zweckm. Meth. z. Berechn. d. absol. Störung. d. klein. Planeten. 3. Abhdlg. 1859. 7 M. 20 Ngr.
G. T. FECHNER, Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens. 1860. 5 M. 60 Ngr.
G. METTENIUS, 2 Abhdlgen.: I. Beitr. z. Anatomie d. Cycadeen. Mit 5 Taf. II. Ueber Seitenknospen bei Farnen. 1860. 3 M.
W. HOFMEISTER, Neue Beitr. z. Kenntn. d Embryobildung d. Phanerogamen. II. Monokotyledonen. Mit 25 Taf. 1861. 8 M.

SECHSTER BAND. (IX. Bd.) Mit 10 Tafeln. hoch 4. 1864. brosch. Preis 19 M. 20 Ngr.

W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 5. Abhdl.: Maassbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 1. Theil. 1861. 1 M. 60 Ngr.
—— Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes. 1862. 1 M. 20 Ngr.
P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechn. d. in d. Mondtafeln angewandten Störungen. 1. Abhdl. 1862. 9 M.
G. METTENIUS, Ueber den Bau von Angiopteris. Mit 10 Taf. 1863. 4 M. 40 Ngr.
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere über elektrische Schwingungen. 1864. 3 M.

SIEBENTER BAND. (XI. Bd.) Mit 5 Tafeln. hoch 4. 1865. brosch. Preis 17 M.

P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechn. d. in d. Mondtafeln angewandten Störungen. 2. Abhdl. 1864. 9 M.
G. METTENIUS, Ueber die Hymenophyllaceae. Mit 5 Taf. 1864. 3 M. 60 Ngr.
P. A. HANSEN, Relationen einestheils zw. Summen u. Differenzen u. anderntheils zw. Integralen u. Differentialen. 1865. 2 M.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 6. Abhdl.: Maassbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 2. Theil. 1865. 2 M. 80 Ngr.

ACHTER BAND. (XIII. Bd.) Mit 3 Tafeln. hoch 4. 1869. brosch. Preis 24 M.

P. A. HANSEN, Geodätische Untersuchungen. 1865. 5 M. 60 Ngr.
—— Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten zu Gotha und Leipzig, unter seiner Mitwirkung ausgeführt von Dr. Auwers und Prof. Bruhns im April des Jahres 1865. Mit 1 Figurentafel. 1866. 2 M. 80 Ngr.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 7. Abhdl.: Ueber die thermoelektr. Eigensch. d. Bergkrystalles. M. 2 Taf. 1866. 2 M. 40 Ngr.
P. A. HANSEN, Tafeln der Egeria mit Zugrundelegung der in den Abhandlungen der K. S. Ges. d. Wiss. in Leipzig veröffentlichten Störungen dieses Planeten berechnet und mit einleitenden Aufsätzen versehen. 1867. 6 M. 80 Ngr.
—— Von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1867. 6 M.

NEUNTER BAND. (XIV. Bd.) Mit 6 Tafeln. hoch 4. 1871. brosch. Preis 18 M.

P. A. HANSEN, Fortgesetzte geodätische Untersuchungen, bestehend in zehn Supplementen zur Abhandlung von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1868. 5 M. 40 Ngr.
—— Entwickelung eines neuen veränderten Verfahrens zur Ausgleichung eines Dreiecksnetzes mit besonderer Betrachtung des Falles, in welchem gewisse Winkel vorausbestimmte Werthe bekommen sollen. 1869. 3 M.
—— Supplem. z. d. geodät. Untersuch benannten Abhdlg., die Reduction d. Winkel eines sphäroid. Dreiecks betr. 1869. 2 M.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 8. Abhdl.: Ueber die thermoelektr. Eigensch. des Topases. Mit 4 Taf. 1870. 2 M. 40 Ngr.
P. A. HANSEN, Bestimmung der Sonnenparallaxe durch Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe mit besonderer Berücksichtigung des im Jahre 1874 eintreffenden Vorüberganges. Mit 2 Planigloben. 1870. 3 M.
G. T. FECHNER, Zur experimentalen Aesthetik. 1. Theil. 1871. 2 M.

ZEHNTER BAND. (XV. Bd.) Mit 7 Tafeln. hoch 4. 1874. brosch. Preis 21 M.

W. WEBER, Elektrodynam. Maassbestimmungen, insbes. über das Princip der Erhaltung der Energie. 1871. 1 M. 60 Ngr.
P. A. HANSEN, Untersuch. d. Weges e. Lichtstrahls durch e. beliebig Anzahl v. brechenden sphär. Oberflächen. 1871. 3 M. 60 Ngr.
C. BRUHNS und E. WEISS, Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig und Wien. 1872. 2 M.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 9. Abhdl.: Ueber die thermoelektr. Eigensch. d. Schwerspathes. M. 4 Taf. 1872. 2 M.
—— Elektr. Untersuch. 10. Abhdl.: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Aragonites. Mit 3 Taf. 1872. 2 M.
C. NEUMANN, Ueber die den Kräften elektrodynam. Ursprungs zuzuschreibenden Elementargesetze. 1873. 3 M. 80 Ngr.
P. A. HANSEN, Von der Bestimmung der Theilungsfehler eines gradlinigen Maassstabes. 1874. 4 M.
—— Ueber d. Darstell. d grad. Aufsteig. u. Abweich. d. Mondes in Funktion d. Länge in d. Bahn u. d. Knotenlänge. 1874. 1 M.
—— Dioptr. Untersuch. mit Berücksicht. d. Farbenzerstreuung u. d. Abweich. wegen Kugelgestalt. 2. Abhdlg. 1874. 2 M.

*) Die eingeklammerten römischen Ziffern geben die Zahl des Bandes in der Reihenfolge der Abhandlungen beider Classen an.

QE
451. G3
Z 8

ÜBER URAUSSCHEIDUNGEN IN RHEINISCHEN BASALTEN

VON

F. ZIRKEL.

Des XXVIII. Bandes der Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften

N° III.

LEIPZIG
BEI B. G. TEUBNER
1903.

Id 298, 1813.

Vorgetragen für die Abhandlungen am 1. Dezember 1902.
Das Manuskript eingeliefert am 3. Dezember 1902.
Der letzte Bogen druckfertig erklärt am 23. Januar 1903.

ÜBER URAUSSCHEIDUNGEN IN RHEINISCHEN BASALTEN

VON

F. ZIRKEL.

Unter den von Basalten umhüllten und substanziell abweichenden Massen sind bis jetzt vorwiegend die in erster Linie aus Olivin zusammengesetzten Einschlüsse Gegenstand vielseitiger Untersuchungen und verschiedenartiger Deutung ihres Ursprungs gewesen. Wenn es unzweifelhaft ist, daß dieselben gewissermaßen als erratische Partien erst durch das Eruptivmagma an die Stelle gebracht wurden, wo sie jetzt angetroffen werden, so könnte ihre Präexistenz auf zweifache Weise erklärt werden: entweder als dem umgebenden Basalt überhaupt ganz fremde, losgerissene Bruchstücke eines anderen unterirdisch anstehenden lherzolithischen Gesteins, eingewickelt und emporgefördert wie gleichfalls die Fragmente von Sandstein und Schiefer (exogene Einschlüsse); oder als integrierende Teile der Basaltmasse selbst, als erste Ausscheidungen aus dem basaltischen Magma (endogene Einschlüsse), gebildet vermutlich in der Tiefe und vor dem eigentlichen Eruptionsakt.

Trotz der vielen und sorgfältigen Studien, welche an den besonders weit verbreiteten olivinreichen Klumpen angestellt wurden — mit Bezug auf die Natur und Mikrostruktur ihrer Gemengteile, auf die Beeinflussungen derselben durch den umgebenden Basalt, auf die umgekehrten Wirkungen usw. — scheint indessen für diese Körper die obige Frage nach dem Ursprung nicht endgültig entschieden zu sein. Nun beherbergen aber bekanntlich die Basalte an gewissen Orten noch eine große Menge verschiedenartiger anderweitiger Einschlüsse, welche mit wenigen Ausnahmen bisher noch nicht in demselben Maße und von ähnlichen Gesichtspunkten aus untersucht worden sind, wie die Olivinknauer, und es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß auch deren Studium zur Klärung der schwebenden Fragen, insonderheit über die Existenz und Natur von solchen Urausscheidungen, einen Beitrag liefern könnte.

Einen außergewöhnlichen Reichtum an Einschlüssen aller Art weist der Basalt des kleinen Finkenbergs bei Bonn auf. Wer

auf dem „Alten Zoll“ neben Ernst Moritz Arndts Denkmal steht und den Blick über den herrlichen Strom schweifen läßt, der hat, während rechts die Obercasseler Ley, das Siebengebirge und der Godesberg sich hervorheben, gerade gegenüber auf dem östlichen Rheinufer eine flache, durch Steinbruchsbetrieb jetzt fast zur Hälfte abgetragene Kuppe vor sich, den von ausgedehnten Schutthalden umgebenen Finkenberg bei dem Dörfchen Limperich, dahinter den höheren Rücken des Ennert. Zwei Bewohner Bonns, die Herren gew. Apotheker OTTO BECKER und Kaufmann WILHELM KLEUTGEN haben ihren regen Sammeleifer an dieser fast unerschöpflichen Fundgrube merkwürdiger und lehrreicher Einschlüsse geübt[1]), und ihre ausgedehnten, auch auf benachbarte Basalte sich beziehenden Kollektionen boten die erste Anregung zu den nachfolgenden Untersuchungen, in welche allmählig noch immer weitere rheinische Basaltvorkommnisse mit ihren Einschlüssen hereingezogen wurden. Einen Teil des Materials vom Finkenberg konnte ich unter Beihülfe des kundigen Betriebsführers, Herrn JOSEPH BRENNER selbst den dortigen Brüchen entnehmen.

Die Einschlüsse des Finkenbergs sind in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerter als die aller übrigen rheinischen Basalte: erstlich wegen der besonders großen Menge von Mineralien, die sich an ihnen beteiligen und in buntem aber doch geregeltem Wechsel zu Kombinationen zusammentreten, welche zum großen Teil in der eigentlichen Gesteinswelt gänzlich unbekannt sind, auch chemisch bezüglich des Grades der Acidität sowie der Natur der Basen die größten Gegensätze unter einander und zur Basaltmasse offenbaren. Zweitens weil die verschiedenen Richtungen, welche diese chemischen Kontraste bei den einzelnen Einschlüssen einschlagen, sich aber in ihren charakteristischen Zügen gegenseitig wieder vielfach ausgleichen und aufheben, so daß gewissermaßen das Dasein einer Art von Einschlüssen dasjenige einer anderen Art bedingt; die chemischen Stoffe, die der eine Einschluß im Maximum und Minimum darbietet, sind in einem anderen gerade umgekehrt im Minimum und Maximum vorhanden. Drittens sodann

---

1) Manche makroskopische Beobachtungen hat Herr BECKER in einer kleinen Schrift „Die Eruptivgesteine des Niederrheins und die darin enthaltenen Einschlüsse; Bonn, Verlag von Friedr. Cohen, 1902“ mitgeteilt. Einer mikroskopischen Untersuchung legt aber der Verf. auffallender Weise kein Gewicht bei, indem er sich durch dieselbe keine Förderung der Erkenntnis verspricht.

wegen der hier vor allem auftretenden Umrindungen eines zentralen Mineralaggregats durch ein ganz abweichend beschaffenes peripherisches Gemenge, welches aber auch für sich wieder selbständige Einschlüsse bildet, Erscheinungen, welche genetisch von hohem Belang sind. Dazu gesellt sich viertens bei manchen Vorkommnissen ein eigentümlich gegliederter innerer Aufbau aus zonenweise verschiedenen Mineralien, wodurch eine solche umhüllte Partie den Charakter gleichsam eines selbständigen Individuums gewinnt. Abgesehen von der ungeheuren Menge von Einschlüssen ist auch am Finkenberg das unmittelbare Nebeneinandervorkommen von möglichst verschieden zusammengesetzten in ungewöhnlicher Weise zu beobachten; so sieht man z. B. hier einen Olivinknollen nur 1 cm entfernt von einem Quarzfeldspat-Aggregat oder einer Partie reinen Quarzes, dort einen grünen Olivinknollen, einen braunen Glimmereinschluß und eine violette Sillimanitpartie, alle scharf begrenzt fast unmittelbar benachbart. Mag man die Fragmente für exogen oder für endogen halten, immer wird man für sie ganz außerordentlich energische Ortsveränderungen anerkennen müssen.

Das Gestein des Finkenbergs ist ein ganz normaler, fein und etwas fluidal struierter Plagioklasbasalt, in dem der Olivin die größten Dimensionen gewinnt, frei von Nephelin, Leucit, Melilith, mit örtlich spärlichem Biotit, Titaneisen und nur spurenhafter ganz heller Glasbasis. Als sekundäre Mineralien treten darin auf: Rhomboëdrische Carbonate, bald mehr dem Kalkspat, bald mehr dem Eisenspat genähert; sie erfüllen besondere Hohlräume, sitzen gern auf der Grenze zwischen den Einschlüssen und dem Basalt und ziehen sich als feine Adern in erstere hinein. Die zartfaserigen warzigen Partien liefern im Zentrum geschnitten, außerordentlich schöne Kreuze im parallelen polarisierten Licht. Aragonit ist bedeutend seltener. Opal, vielfach schmutzig grünlich gelb, erscheint als Nester oder als Absatz zwischen Einschlüssen und Basalt. Wasserhelle zierliche Baryttäfelchen auf Klüften wurden zuerst erwähnt durch Vom Rath[1]), später durch Otto Becker häufig gesammelt; letzterer entdeckte auch spärliche Gipskriställchen. Auf dem warzigen eisenhaltigen Carbonat, welches Quarzeinschlüsse

1) Sitzungsber. Niederrhein. Ges. zu Bonn 1880. 101; Zeitschr. für Krystallographie V. 1881. 256.

umsäumt, sitzen ganz seltene kleine Pyritwürfelchen. Unter den Zeolithen auf Hohlräumen waltet Phillipsit vor.

Wo die Einschlüsse von Basaltadern durchzogen sind, welche sich aus der umgebenden Masse in dieselben hinein erstrecken, ist im folgenden ein Unterschied gemacht zwischen basaltischen Adern, wenn ihre Substanz vorwiegend übereinstimmend normaler Basalt ist, und basaltoidischen Adern, wenn deren Masse, trotzdem sie unzweifelhaft mit dem Gesteinsbasalt zusammenhängt und davon ausgeht, doch in Folge ihrer Entfernung von dem Hauptkörper, wegen ihrer Ablagerung auf schmalen Interstitien und wohl auch auf Grund von Beeinflussung durch die Einschlußsubstanz sich in Struktur und Mineralgehalt mehr oder weniger von dem Gesteinsbasalt unterscheidet.

Viele Einschlüsse des Finkenbergs sind von ehemaligen Kontraktionsrissen, jetzt mit Carbonat (und Opal) ausgefüllt, an ihrer Peripherie umzogen (J. LEHMANN 13); sie verlaufen, bald breiter, bald nur von fast mikroskopischer Schmalheit, manchmal gerade genau auf der Grenze zwischen Basalt und Einschluß, der so gewissermaßen aus dem Gestein herausgeschält erscheint. Doch nehmen sie auch in sehr vielen Fällen nicht überall diese Stelle ein, sondern ziehen sich, den Umrissen des Einschlusses annähernd konform, ganz nahe der Grenze innerhalb des Basalts einher, so daß eine Partie des letzteren noch an dem Einschluß haftet. Ja es kommt auch vor, daß die Kontraktionsspalte ganz nahe der Basaltgrenze streckenweise durch den Einschluß selbst verläuft, wobei dann ein Teil desselben direkt mit dem Basalt zusammenhängt. An einem und demselben Einschluß kann man alle drei Fälle neben einander u. d. M. beobachten. Auffallend ist, daß diese Kontraktionsrisse sich um gewisse Einschlüsse, z. B. glimmerhaltige Olivinknollen, Sillimanitpartien mit größter Konstanz finden, um andere, z. B. normale Olivinknollen, Aggregate von Feldspath und Quarz, Sapphir, Zirkon regelmäßig vermißt werden.

Nachstehend sind die Arbeiten erwähnt, auf die im folgenden — unter bloßer Nennung des Autornamens und der Seitenzahl — am häufigsten Bezug genommen wird; anderweitige Litteratur ist besonders zitiert.

MAX BAUER, Der Basalt vom Stempel bei Marburg und einige Einschlüsse desselben; N. Jahrb. f. Mineralogie usw. 1891. II. 156—205 und 231—271.

Arthur Becker, Über die Olivinknollen im Basalt; Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. XXXIII. 1881. 31—66; auch Leipziger Inauguraldissertation.

Otto Becker, Die Eruptivgesteine des Niederrheins und die darin enthaltenen Einschlüsse. Bonn 1902.

K. Bleibtreu, Beiträge zur Kenntnis der Einschlüsse in den Basalten mit besonderer Berücksichtigung der Olivinfels-Einschlüsse; Zeitschr. d. deutschen geolog. Ges. XXXV. 1883. 489—556.

A. Dannenberg, Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirgs; Mineralog. u. petrograph. Mitteil. XIV. 1894. 17—84.

H. von Dechen, Geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein. Bonn 1861.

A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques; Macon 1893.

H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein; Bonn 1901 (Verh. naturh. Ver. pr. Rheinl., W. usw. 1900).

J. Lehmann, Untersuchungen über die Einwirkung eines feuerflüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse, angestellt an Laven und Basalten des Niederrheins; Verh. naturh. Ver. pr. Rheinl. u. Westf. 1874. 1—41.

F. Rinne, Der Basalt des Hohenbergs bei Bühne in Westfalen. Sitzungsber. Berliner Akad. 1891. 19. November.

F. Rinne, Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. Erste Abhandl. (im folg. als I. bezeichnet), Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst. für 1892. 1—95. — Zweite Abh. (als II bezeichnet), ebendas. für 1897. 1—102.

W. Schottler, Der Ettringer Bellerberg, N. Jahrb. f. Mineral. XI. Beilageb. 1897/8. 554—621.

Folgendes ist eine Übersicht über die Einschlüsse, welche zur Untersuchung ihrer Beschaffenheit und Bildungsweise gelangt sind, und an deren Zusammensetzung sich im Ganzen 23 primäre Mineralien beteiligen; die unzweifelhaft exogenen sind nicht spezieller erörtert.

Normale Olivinknollen;

Glimmerhaltige enstatitfreie Olivinknollen, auch ohne Diopsid;

Hornblendehaltige Augit-Olivinmassen;

Olivinhaltige Enstatit-Diopsidmassen;

Ungewöhnlich picotitreiche Olivinknollen;
Reine Augiteinschlüsse oder mit etwas Enstatit oder Glimmer;
Magnetkiesreiche Augitmassen;
Augiteinschlüsse, reich an Titanit und Apatit, auch mit Orthit;
Granathaltige Feldspat-Augitmassen;
Enstatitführende Diopsidaggregate;
Reine Enstatitmassen oder solche mit Gehalt an Diopsid, dunklem Augit, Picotit;
Hornblendeaggregate, auch mit Magnetkies, Apatit;
Partien von normalem oder verändertem Biotit;
Glimmermassen mit Olivin oder Diopsid oder schwarzem Augit oder Picotit, auch mit Sillimanit, Zirkon, Magnetit;
Granataggregate, augitführend, meist mit Orthit;
Aggregate von Granat mit Wollastonit, auch Augit;
Wollastonitaggregate;
Zirkon;
Sapphir;
Sillimanitaggregate, rein oder mit Zirkon, Sapphir, Spinell;
Reine Feldspataggregate;
Feldspatmassen mit Gehalt an Sapphir, Zirkon, Sillimanit;
Feldspatmassen mit Augit und Hornblende;
Quarzfeldspat-Aggregate, rein;
Quarzfeldspat-Aggregate mit Gehalt an Augit, Olivin, Zirkon, Sapphir, Sillimanit;
Quarzpartien, auch mit Sillimanitbüscheln, Magnetkies;
Picotitmassen;
Apatit;
Magnetkies;
Gemenge von Magnetkies sowohl mit Quarz als mit Feldspat;
Graphithaltiger Magnetkies;
Titanhaltiges Magneteisen;
Graphit.

Olivinknollen.

Indem die Olivinknollen für die Basalte die charakteristischsten und darin verbreitetsten Einschlüsse sind, scheint es angemessen, sie zunächst ins Auge zu fassen. Die Ergebnisse über ihre Natur werden auch die beste Grundlage für die Betrachtung der genetischen Verhältnisse anderer Einschlüsse darbieten.

Diejenigen Einschlüsse, in denen der Olivin vorwaltet, stellen wohl zum größten Teil das bekannte Aggregat dar, an welchem sich außerdem grüner monokliner Pyroxen (Diopsid, Chromdiopsid) rhombischer Pyroxen (Enstatit, Bronzit) und Picotit beteiligt. Gerade diese Massen sind besonders Gegenstand früherer mikroskopischer Untersuchungen gewesen, wobei die Struktur der Gemengteile, ihre Automorphie oder Xenomorphie, ihr Gehalt an Poren, glasigen und flüssigen Interpositionen, namentlich auch ihr Verändertsein durch den Einfluß des basaltischen Magmas, die etwaigen Neubildungen usw. in Betracht gezogen wurden. Diesen zahlreichen Angaben möchte ich nur weniges aus meinen eigenen vielfachen Wahrnehmungen hinzufügen, weil, wie es nach den bisherigen Erfahrungen scheint, Beobachtungen auf diesen Gebieten die Frage nach der Herkunft der Olivinknollen doch nicht mit Gewißheit zu lösen vermögen, auch insofern, als das Magma auf eine darin befindliche verfestigte Urausscheidung in ähnlicher Weise einwirken wird, wie auf ein fremdes lherzolithisches Bruchstück.

Da es sich für die Herkunft der Olivinknollen nur um eine einzige Alternative handelt, so fällt das, was der einen Auffassung Schwierigkeiten bereitet, mittelbar zu Gunsten der entgegengesetzten ins Gewicht. Werden die Argumente, welche bisher für die Natur derselben als fremde exogene Fragmente und damit indirekt gegen die Natur als Urausscheidungen zu sprechen scheinen, zusammengefasst, so sind dies namentlich folgende:

1. Die überraschende allgemeine Ähnlichkeit vieler Olivinknollen mit der Mineralkombination des Lherzoliths, wobei auch die formelle und strukturelle Ausbildung der Mineralien beiderseits in den Hauptzügen übereinstimmt.

2. Die Abweichung im Mineralgehalt, welche, abgesehen von der Olivinführung, gegenüber den basaltischen Gemengteilen besteht; dies Argument besitzt nur unter der wohl nicht richtigen Voraussetzung Gewicht, daß an den Urausscheidungen sich blos Mineralien, wenn auch in besonderer Auswahl und in anderen Quantitätsverhältnissen beteiligen können, welche zugleich als Gemengteile des Gesteins vorhanden sind, wobei als Beispiele auf die dunklen Schlieren in den Graniten, auf die zweifellosen Primärausscheidungen in den Basalten von Oberwiesenthal und vom Podhorn hingewiesen wird. Den knollenführenden Basalten fehle aber der

rhombische Pyroxen, der Picotit, der selbständige grüne Diopsid, den Knollen der basaltische Feldspat. Von BLEIBTREU (521) wurde auch hervorgehoben, daß die Olivine der Knollen und diejenigen des Basalts in ihrer Mikrostruktur und in ihren Interpositionen nicht völlig identisch seien; erstere besäßen z. B. Einschlüsse von Flüssigkeit viel reichlicher, solche von Picotitkriställchen viel spärlicher. A. BECKER aber möchte (39) keine durchgreifende Verschiedenheit anerkennen, da auch die mehrfach am Saume der Knollenolivine vorkommenden großen und reichlichen Glaseinschlüsse sekundärer Entstehung sein könnten, wie dies gleichfalls BLEIBTREU zugibt.

3. Die Schieferigkeit einiger Knollen, welche zwar bei den Olivingesteinen der kristallinischen Schiefer, nicht aber beim Lherzolith vorkomme. Auch seien bisweilige Knickungen und Biegungen der Enstatite nur auf Druckwirkungen zurückzuführen, welche eine anstehende zusammenhängende Gesteinslagerstätte erlitten habe, nicht auf mechanische Bearbeitung der Knollen durch das Basaltmagma; letzterem solche Beeinflussung abzusprechen erscheint jedoch nicht gerechtfertigt.

4. Die Gegenwart kleiner Olivinfelseinschlüsse, auch im Phonolith des Heldburger Schloßbergs.

5. Das örtliche Beschränktsein der Knollen auf gewisse Basalte, z. B. die Tatsache, daß sie in denen des Siebengebirges so weit verbreitet sind, in den sonst ganz analogen der gegenüberliegenden Eifel sozusagen ganz vermißt werden[1]); allerdings eine auffallende Erscheinung, wenn die Ausscheidung der Knollen eine Phase in der magmatischen Entwickelung bezeichnet.

Andererseits gelten als Momente, welche sich gegen den Charakter als fremde lherzolithische Einschlüsse und somit indirekt zu Gunsten der Ausscheidungsnatur als verwertbar erweisen, folgende:

1. Gewisse Abweichungen von der Beschaffenheit der lherzolithischen Gemengteile, nämlich: a) die reichlichen Flüssigkeitseinschlüsse in den Knollen- Olivinen und -Bronziten, im Gegensatz zum Lherzolith, worauf auch M. BAUER Gewicht legt (200); wenn freilich auch die basaltischen Olivine selbst sehr arm an liquiden

1) KARL VOGELSANG, Zeitschr. d. geol. Ges. XLII. 1890. 56; s. auch F. Z., Lehrbuch der Petrographie II. 1894. 940.

Einschlüssen seien, so komme dies daher, daß sie erst später aus wasserärmer gewordenem Magma festgeworden. Daß die Gemengteile der Olivinknollen häufig als reich an Glaseinschlüssen befunden werden, z. B. die Olivine, grünen Diopside, während die Lherzolithgemengteile stets davon frei sind, dies ist von den Anhängern des exogenen Ursprungs schon früh durch die sekundäre Natur solcher Interpositionen erklärt worden. — b) Das gelegentliche Auftreten von automorphen Olivinen und Bronziten in den Knollen, wie es im Lherzolith nicht vorkommt. M. Bauer (191) hebt dies hervor, es wurde auch von Proft, nicht aber von Rinne beobachtet. — c) Das bisweilige Vertretensein des Chromdiopsids der Knollen durch große braune zonare Augite, den basaltischen ähnlich, wie sie dem Lherzolith nicht eigen sind (betont von M. Bauer (200) für Knollen aus dem Basalt des Stauffenbergs, auch von Rinne). — d) Das mitunter beobachtete Vorkommen von Biotit in den Olivinknollen, der dem Lherzolith fremd ist.

2. Das hin und wieder vorhandene lockerkörnige, ja etwas poröse Gefüge der Knollen, im Gegensatz zu dem stets kompakten Lherzolith.

3. Die große Verschiedenheit der einzelnen Knollen, auch in einem und demselben Basaltvorkommen, hinsichtlich der Korngröße und des Mineralbestandes. Rinne verwertet dieses Verhalten z. B. am Hohenberg bei Bühne „gegen die Einordnung derselben zu einem bestimmten Gestein“ (II. 75).

4. Das Beschränktsein der Olivinknollen auf Basalte und auf wenige Vorkommnisse der eng verwandten Melaphyre. Damit hängt zusammen:

5. Die Notwendigkeit der unwahrscheinlichen Annahme einer außerordentlich weiten unterirdischen Verbreitung der lherzolithischen Gesteine und zwar gerade unterhalb der basaltischen Eruptionen.

Obschon die Angaben über die Neubildungen, welche aus den Gemengteilen der Olivinknollen in der Berührung mit dem basaltischen Magma hervorgegangen sind, für die Frage nach der Herkunft der Knollen keinen besonderen Belang besitzen, mögen sie mit ihren vielfachen Abweichungen untereinander hier zusammengestellt werden, um einige Bemerkungen daran zu knüpfen.

Die Olivinkörner erleiden nach Bleibtreu häufig eine Abschmelzung der Ränder, auch findet eine Neuausscheidung des

eingeschmolzenen Materials statt in der Form picotitreicher regelmäßig begrenzter Olivinkriställchen (535). RINNE beschreibt (I. 26) in ähnlicher Weise um Olivine einen Hof von Olivinkörnchen, z. T. mit Kristallformen, bisweilen mit Picotitgehalt; mitunter sehe es so aus, als ob sie gerade in der Abschnürung begriffen seien; RINNE will aber hier nicht mit BLEIBTREU eine Abschmelzung der Olivinränder durch direkte chemische Einwirkung des Magmas erblicken, sondern — der Gegensatz scheint nicht ganz klar — „ein sekundäres Gebilde, entstanden durch Umkristallisierung des Olivins". Auch nach LACROIX rekristallisiert der Olivin entweder als kleine Kriställchen, welche oft Spinell-Einschlüsse enthalten, oder als abgerundete Körnchen (573). M. BAUER erwähnt dagegen in seiner ausführlichen Beschreibung nichts derartiges und hebt speziell (190) hervor, ein „Angegriffensein" nicht am Olivin beobachtet zu haben. Auch A. BECKER hatte die von ihm an Pyroxenen als Angegriffensein bezeichnete Erscheinung nie um Olivine wahrgenommen.

Enstatit (Bronzit); A. BECKER hat zuerst auf das „Angegriffensein" der beiden Pyroxene aufmerksam gemacht (43), welches sich „zurückführen läßt auf Entwickelung von Mikrolithen oder Trübung und Bildung von Glaseinschlüssen oder endlich Zerbröckelung". Zufolge BLEIBTREU (539) wird der Enstatit eigentümlich getrübt, was vermutlich auf einer Umwandlung in monoklinen Pyroxen beruhe; es ist indessen wohl ganz unwahrscheinlich, daß ein Enstatit, welcher nach BLEIBTREUS Analyse 32,46 % MgO und nur 1,79 CaO, sodann 7,63 FeO enthält, monoklin umkristallisieren könne. Nach RINNE (I. 27) zeigt der rhombische Pyroxen nicht selten Anzeichen einer randlichen Umwandlung: hin und wieder ergebe sich mit Klarheit, daß dieser Hof aus Olivinkörnern besteht. Was das Spezielle des Vorgangs betrifft, so bemerkt er 1891 für den Basalt des Hohenbergs bei Bühne, daß „die Randsubstanz des Bronzits unter dem Einfluß des Magmas geschmolzen und zum Teil wieder als Olivin auskristallisiert sei (der Rest erstarrte zu Glas)"; später (1893) ist nur von einer „Umwandlung" des einen Minerals in das andere die Rede. M. BAUER bestätigte das „Angegriffensein" der Bronzite; es bestehe in der Entwickelung eines randlichen, nach außen und innen scharf begrenzten und lebhaft aggregatpolarisierenden Haufwerks kleiner Körnchen desselben Minerals, ohne glasiges Cäment

(190); von einer Neubildung des Olivins wird nichts erwähnt. Lacroix (503) befand den Enstatit von Olivinknollen auf Rändern und Sprüngen in warzigen und wurmförmigen monoklinen Pyroxen umgewandelt, welcher wohl, an Kelyphit erinnernd, den ganzen Enstatit verdrängt. In Olivinknollen von Espedaro im Vicentinischen sei der Enstatit nicht nur an den Rändern, sondern auch längs der Sprünge „en effet fondu," und Augit mit etwas Olivin sei herauskristallisiert (512). Andererseits gehe aus Hypersthen durch randliche Schmelzung desselben ein Gemenge von Augit, grünem Spinell, Magnetit und glasigem Rückstand hervor (573). Enstatit der Olivinbomben von Tareyre bei Le Puy habe sich an seinen Rändern in ein farbloses rhombisches, wohl zur Epidot-Zoisitgruppe gehöriges Mineral verändert (506).

Diopsid; Bleibtreu hebt hervor, daß der Chromdiopsid abgeschmolzen werde und mit rötlicher Farbe wieder herauskristallisiere. Sodann werde er umgewandelt in Komplexe parallel gerichteter lichtgrüner kleiner Augitkriställchen, zwischen denen Reihen kleiner bräunlicher Picotitoktaëderchen und Biotitblättchen liegen (531). Rinne gibt an, daß der monokline Augit, das empfindlichste Mineral der Olivinknollen, abgesehen von seiner Ausstattung mit sekundären Glaseinschlüssen an der Basaltgrenze mit rötlichbrauner Farbe weitergewachsen und daß er ferner in ein Aggregat von Augitkörnchen, Picotit, bisweilen mit Olivinpartikelchen umgewandelt sei (I. 27), letzteres also ähnlich wie Bleibtreu. M. Bauer erwähnt derartige Erscheinungen nicht, er weiß von den Chromdiopsiden auch nur über ein Angegriffensein, d. h. über die Entstehung eines randlichen Aggregats von kleinen Körnchen derselben Mineralart zu berichten (190).

Wenn nach dem Vorstehenden M. Bauer nur äußerst wenig über solche Neubildungen anzuführen vermag, so muß ich mich in dieser Hinsicht ganz auf seine Seite stellen; in meinem Material habe ich an den Pyroxenen auch selbst das bloße randliche Angegriffensein nur selten und in geringen Spuren, eine Rekristallisierung der Olivine überhaupt nicht beobachtet.

Von den neueren Forschern hält Rinne (II. 75) in den von ihm untersuchten Fällen die Olivinknollen für Ausscheidungen: man müsse aber von Fall zu Fall unterscheiden, da das Auftreten von Lherzolithfragmenten nicht ausgeschlossen sei. M. Bauer resumiert in ähnlich objektiver Weise, daß seine Beobachtungen der

Annahme, dieselben seien eingeschlossene Lherzolithbruchstücke, „nicht günstig" sind. Die genetische Frage werde wahrscheinlich noch lange die Petrographen beschäftigen, jedenfalls sollte sie aber nicht ganz generell behandelt werden, da das in dem einen Falle erhaltene Resultat noch nicht den Schluß gestatte, daß sich die Sache in anderen Fällen genau ebenso verhält. Sollten auch in Olivinknollen Ausscheidungen anerkannt werden müssen, so bleibe daneben doch immer noch die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit bestehen, daß sie „an einzelnen Lokalitäten" Lherzolithbruchstücke darstellen. Ist auch eine derartige Reserve theoretisch ganz gerechtfertigt, so möchte ich sie doch für die tatsächliche Auffassung nicht so weit ausdehnen: die Objekte sind so ähnlich und hängen so innig zusammen, daß man sie in ihrer großen Masse wohl nur entweder für das eine oder für das andere wird halten können.

DANNENBERG erachtet (19) trotz aller Diskussionen die Frage nach dem Ursprung der Olivinmassen noch für strittig; vielleicht werde man in dem einschlußartigen Vorkommen verwandter augitischer Gesteine ein Argument für die Auffassung auch der Olivinknollen als „Einschlüsse" erblicken können.[1]) Für LASPEYRES gelten dagegen von jeher diese Fremdkörper als Konkretionen. Ich selbst hielt 1894 dafür, daß sich aus der Abwägung der unterstützenden und widerstreitenden Momente ergebe, es sei keine von beiden einander gegenüberstehenden Ansichten einwandfrei, und eine definitive Entscheidung könne zur Zeit weder zu Gunsten der einen noch der anderen getroffen werden. Höchstens dürfte man vielleicht sagen, daß die Zurückführung auf Lherzolith ein minderes Bedenken in sich berge als die Ausscheidungstheorie. (Lehrb. d. Petrogr. II. 935).

Wie die Dinge jetzt nach vielfachen neuen Studien und Erfahrungen an früher unbekannten Materialien liegen, möchte ich jene letztere Meinung in ihr Gegenteil umkehren. Eine große

1) DANNENBERG vermißt (19) einen Ausdruck, der die fremden Fragmente und die primären Ausscheidungen zugleich deckt und scheint das Wort „Einschluß" für die ersteren Massen reservieren zu wollen, wodurch mitunter der Sinn seiner Ausführungen an Klarheit verliert. Einschlüsse, an der Stelle, wo sie jetzt liegen, sind aber beide genetisch abweichenden Kategorien, wie dies auch SAUER durch die sehr glückliche Unterscheidung von exogenen und endogenen „Einschlüssen" anerkennt, und gleichfalls LACROIX unter „Enclaves" sowohl seine enallogenen als homöogenen zusammenfaßt.

Menge von Wahrnehmungen vereinigt sich zu dem Schluß, daß die Olivinknollen in den rheinischen Basalten aller Wahrscheinlichkeit nach mit unterirdisch anstehendem Lherzolith genetisch nichts zu tun haben, nur eine teilweise Kopie desselben darstellen und mit zu den Urausscheidungen des basaltischen Magmas zu rechnen sind.

Lacroix begreift die Olivinknollen unter seinen Enclaves homoeogènes, den endogenen Einschlüssen.[1]) Er betrachtet dieselben als das Resultat einer Differenzierung, welche in der Tiefe innerhalb eines basischer, als es der Basalt selbst war, beschaffenen Magmas stattgefunden und örtlich ein festes Gestein geliefert hat, unterhalb dessen sich das noch nicht verfestigte Magma befand. Später durchbrach dieses in größerer Tiefe lagernde und deshalb höher temperierte Magma seine peridotische lherzolithähnliche Kruste und brachte, indem es sich als Basalt ergoß, die modifizierten Fragmente derselben an die Oberfläche (490. 645). Diese Auffassung entferne sich doch beträchtlich von derjenigen, welche sonst mit der Deutung der Olivinknollen als endogene Einschlüsse verknüpft werde. Denn bei letzterer „Segregationstheorie", welche in den Knollen „konkretionäre Schlieren" erblicke, handle es sich darum, daß in der Tiefe Zusammenballungen von Ausscheidungen entstehen, die im Magma schwimmen, während Lacroix selbst die Bildung eines wirklichen festen unterirdischen Gesteins aus einer schon differenzierten Magmapartie annehme.

---

1) Lacroix sondert in seinem ausgezeichneten Werke die Enclaves in enallogene („des roches sans rapport de composition minéralogique ni d'origine avec la roche englobante") und homöogene („des associations minérales très-cristallines, qui présentent avec la roche volcanique une plus ou moins grande analogie, de composition minéralogique et d'origine".) Diese Definitionen decken sich zwar im allgemeinen mit dem Gegensatz von exogen und endogen, scheinen aber die Voraussetzung einzuschließen, daß der Mangel der mineralogischen Analogie mit einer genetischen Verschiedenheit, die mineralogische Ähnlichkeit aber mit einer genetischen Zugehörigkeit verknüpft sei, was indessen nicht zugestanden werden kann und richtige Zuweisungen erschwert. Es läßt sich sehr wohl denken, daß ein mineralisch ganz abweichender Einschluß dennoch als eine endogene Ausscheidung aufgefaßt werden muß; auf ihn würde aber weder die Definition einer enallogenen noch die einer homöogenen Enklave genau passen. Und umgekehrt wird bei jener Scheidung der Fall nicht berücksichtigt, daß ein Eruptivgestein losgerissene Fragmente eines mineralisch sehr ähnlichen enthält, die doch genetisch ganz fremden Ursprungs sind und nichts mit seiner eigenen Festwerdung zu tun haben. Die nach obigen Gesichtspunkten vorgenommene Auseinanderhaltung hat im Text des klassischen Werkes hin und wieder Unklarheiten im Gefolge.

Eine bemerkenswert frühe Hinweisung auf eine stattgefundene Differenzierung finden wir in des Paters L. Dressel, S. J. Schrift: „Die Basaltbildung in ihren einzelnen Umständen erläutert“[1]) aus dem J. 1866: „Was die körnigen Olivinaggregate (im Basalt) betrifft, so gebe ich gern zu, daß sie von größeren zusammenhängenden Olivinmassen losgetrennte Stücke sind, möchte jedoch auch hier bezüglich der Natur der durchbrochenen Olivinmassen den gewöhnlichen Ansichten nicht ganz beipflichten. Diese halte ich nämlich nicht für Gesteinslager innerhalb unserer bekannten Erdkruste (z. B. für Olivinfels oder gar für metamorphische Gesteine) sondern für Ausscheidungs- und Spaltungsprodukte des flüssigen Erdinnern, welchem das Basaltmagma selbst entstieg; für Mineralmassen, welche im Innern der Erde selbst zur festen Ausbildung gelangten und mehr oder weniger schichtenweise die innere Erdwölbung auskleiden“ (5. 51.). Man sieht, wie nahe Lacroix an seinen Vorläufer, den Laacher Ordensgeistlichen, herankommt, der auch schon vor 36 Jahren den jetzt hochmodern klingenden Ausdruck Differenzierung des Magmas (S. 170) anwendet.

Nun scheint aber zwischen der Lacroixschen Annahme eines festen zusammenhängenden Spaltungsgesteins und der von ihm angeführten und abgelehnten Schlierentheorie kein so erheblicher Unterschied zu bestehen. Er beruht doch nur darin, daß die Olivinmassen nach der ersteren eine auf einen bestimmten Ort beschränkte Bildung im Großen sind, nach der letzteren eine an zahlreichen Stellen zustande gekommene Bildung im kleineren Maßstabe, wenn auch die ungeheure Menge der Brocken z. B. im Finkenberg und ihre Splittergestalt die Vermutung nahe legen, daß einstmals umfangreichere Massen davon in dem Magma existiert haben.

Wenn Lacroix glaubt, es zurückweisen zu müssen, daß die Olivinmassen „konkretionäre Schlieren“ seien, entstanden durch Anhäufungen und Zusammenballungen frühzeitig ausgeschiedener Gemengteile („agrégat oder réunion de grands cristaux du stade intratellurique flottante dans le magma“), so dürfte er darin ganz recht haben; es fragt sich nur, ob dies wirklich die Meinung derjenigen ist, denen er mit seiner Theorie entgegentreten will.

1) Von der holl. Ges. d. Wissensch. zu Haarlem gekrönte Preisschrift. Haarlem 1866.

Es ist viel wahrscheinlicher, daß es sich bei den Olivinmassen um „Konstitutionsschlieren“ handelt[1]), um Aggregate, welche einer durch Differenzierung entstandenen anfänglichen ungleichen Magmamischung ihre Entstehung verdanken. Es ist auch die Ansicht von M. Bauer, daß, wenn die Olivinknollen sich aus dem Basaltmagma ausgeschieden haben, dies nur aus schlierenartigen Partien desselben mit einer von der Hauptmasse etwas abweichenden Zusammensetzung und zwar mit einem größeren Gehalt an MgO geschehen konnte (202). — Handelte es sich um konkretionäre Schlieren (wozu die dunklen Partien in den Graniten, reich an schwarzen Bisilikaten, basischen Plagioklasen, Erzen, Titanit, Apatit, Zirkon, arm an oder frei von Quarz und Orthoklas ein Beispiel geben), so würden dieselben wohl überhaupt einen anderen Anblick gewähren, als ihn die Olivinmassen darbieten und vermutlich immer mehr oder weniger nur von einerlei monotoner Art sein müssen. Daß auch andere Aggregate als solche konkretionäre Schlieren betrachtet werden könnten, wäre dann sozusagen ausgeschlossen. Bei der Annahme von Konstitutionsschlieren kann aber auf Grund der abweichenden chemischen Zusammensetzung derselben auch noch eine Menge anderer „Einschlüsse“ als Urausscheidungen gelten, indem gerade solche Schlieren — nicht die konkretionären — auch das Dasein von ihren chemischen Gegensätzen erfordern. Diese Schlierenbildung paßt nebenbei besser für das Dasein hier von reichlichen, dort von nur wenigen Knollen; Lacroix, welcher das peridotische Spaltungsprodukt doch nur in größeren Massen entstehen lassen kann, vermag eigentlich eine blos ganz spärliche Knollenmenge kaum gut zu erklären, wenn nicht bedeutende Resorptionen vorausgesetzt werden. Nicht ganz im Einklang mit Lacroixs Annahme, daß die Olivinkruste sich oberhalb des Basaltmagmas gebildet habe, steht das spezifische Gewicht der verfestigten Massen, welches bei den ersteren schwereren etwas über 3, bei den letzteren etwas unter 3 liegt.

Bei einer weiteren Verfolgung der Frage scheint eine besondere Bedeutung der sich aus vielen neuen Funden ergebenden Tatsache zuzukommen, daß in diesen sonst lherzolithähnlichen Einschlüssen der Biotit eine erheblich größere Rolle spielt, als

1) F. Z., Lehrb. d. Petrographie I. 1893. 789.

man bisher annahm, sowohl in der ganz normalen blättrigen Ausbildungsweise, als in der später zu erwähnenden mehr dichten und matten Abart. Zwar hat schon BLEIBTREU braunen Glimmer in den Olivinknauern vom Finkenberg, RINNE kleine gelbrote Glimmerblättchen in Knollen des Nephelinbasalts vom Bärenberg bei Zierenberg wahrgenommen, PROFT über den Biotitgehalt der Knollen in den Tuffen des böhmischen Eisenbühls berichtet, aber es schienen dies alles ganz seltene Ausnahmen zu sein. Am Finkenberg z. B. ist indessen die Gegenwart des Biotits in den sonst noch lherzolithähnlichen Knollen, wie man jetzt weiß, etwas recht Gewöhnliches. Eine eigentümliche immer bestätigte Erfahrung ist es, daß die glimmerfreien Olivinmassen direkt im Basalt sitzen, die glimmerhaltigen durch eine schmale Kalkspatzone davon getrennt sind: wo man in den Brüchen schon aus einiger Entfernung den schneeweißen Rand um die dunkelgrüne Olivinmasse umherlaufen sah, da führt die letztere Glimmer; wo jener fehlte, wird nach diesem Gemengteil auch u. d. M. vergeblich gesucht. Übrigens schließen sich in den Olivinknollen in der Regel Glimmer und Enstatit gegenseitig aus, wie auch schon BLEIBTREU andeutet (515); gleichfalls fehlt in den von PROFT untersuchten Knollen des Eisenbühls neben dem Glimmergehalt der rhombische Pyroxen. Die Ansicht von BLEIBTREU jedoch, daß der Glimmer in diesen für exogen gehaltenen Knollen sekundärer Natur sei, kann ich nicht teilen; nach ihm wäre er möglicherweise ein bereits auf der ursprünglichen fremden Lagerstätte der Fragmente entstandenes Umwandlungsprodukt des Diopsids, während andererseits auch die durch das Basaltmagma bewirkte Einschmelzung die Veranlassung zur Glimmerneubildung gegeben haben könnte. Eine solche Vermutung konnte wohl nur geäußert werden, als der Glimmergehalt noch für etwas Ausnahmsweises und Spärliches galt. Nachdem aber jetzt die große Verbreitung des Biotits in den Knollen, der Übergang derselben in solche mit vorwiegendem Glimmer und den übrigen Knollengemengteilen, weiterhin sogar in fast reine Glimmermassen bekannt geworden, ist ihr der Boden entzogen.

Durch den Nachweis der Häufigkeit des Glimmers werden aber diese Knollen dem Lherzolith entfremdet, dem sie sonst mineralogisch äußerst nahe zu stehen schienen. LACROIX erwähnt in der ausführlichen Beschreibung aller pyrenäischen Lherzolithe

den Biotit mit keinem Wort.[1]) In ähnlicher Weise paßt auch der seither in manchen Knollen beobachtete Apatit nicht in den Rahmen des Lherzoliths; er bildet kleine derbe Schmitzen und Partien und wird schon von Bleibtreu in zwei Fällen erwähnt (515). — In einem aus Olivin und Augit gemengten Einschluß vom Finkenberg liegt ein 2,5 cm langer blaßgrünlicher Feldspat, dessen ungestreifte Spaltungsstückchen, in verschiedener Lage optisch untersucht, allen Anforderungen eines Orthoklases entsprachen.

Wendet sich das eben Angeführte gegen einen Zusammenhang der Olivinknollen mit anstehend bekannten lherzolithischen Felsarten, so spricht aber weiterhin dagegen und zu Gunsten der Ausscheidungsnatur der ersteren namentlich noch eine Anzahl von anderen Erscheinungen, die bisher nicht in dieser Weise als örtlich allgemein verbreitet bekannt waren und ins Gewicht fallen konnten. Neben den eigentlichen typischen Olivinknollen mit dem S. 109 angegebenen Mineralgehalt kommen nämlich in rheinischen Basalten, insbesondere im Finkenberg noch sehr zahlreiche andere olivinhaltige Einschlüsse vor, augenscheinlich damit zusammenhängend sowie genetisch untrennbar und doch recht abweichend beschaffen. Man ist in der Tat überrascht über diese mannigfaltigen Kombinationen von Mineralien und über das so ungemein wechselnde Quantitätsverhältniß zwischen denselben, welches sowohl bei den einzelnen Einschlüssen als an verschiedenen Stellen eines und desselben Einschlusses vorliegt. Aus dem ausgedehnten Material, welches zu Gebote stand, seien folgende Punkte als beachtenswert hervorgehoben:

1. Ganz abnorme Strukturverhältnisse einzelner Aggregate, z. B. feinkörnige Olivinknollen mit bohnengroßen Picotiten.

2. Die außerordentlich abwechslungsvolle Beteiligung der mineralischen Komponenten bei den einzelnen Einschlüssen; z. B. Olivin und Glimmer fast zu gleichen Teilen mit nur ganz wenig Diopsid; — Olivinhaltige Glimmermassen ohne weitere Gemengteile; — Einschlüsse, in denen der grasgrüne Diopsid und der blaßbraune Enstatit weitaus vorwalten, Olivin sehr zurücktritt; — Olivinreiche Einschlüsse mit tiefdunkelbrauner, teilweise magmatisch umgewandelter Hornblende und blaßbraunem Augit (Reihenfolge der Festwerdung nach den Umschließungen: Olivin,

1) Bull. des services de la carte géol. de la France, Nr. 42. 1894. 95. 21.

Augit, Hornblende); — ungewöhnlich picotitreiche Massen u. s. w. Handelte es sich um exogene Fragmente, so wäre es bei der für den kleinen Finkenberg vorauszusetzenden Schmalheit des Eruptionskanals mehr als verwunderlich, wie so viele Varietäten unterirdisch anstehender Olivingesteine hätten losgebrochen und emporgeführt werden können.

3. Die Erscheinung, daß bei einem und demselben olivinhaltigen Einschluß — und zwar im Einklang mit dessen Konfiguration — ein konstanter Wechsel der Mineralzusammensetzung stattfindet, so daß an der Peripherie dieser oder jener Gemengteil beträchtlich mehr vorwaltet oder andererseits mehr zurücktritt, als es im Innern der Fall, oder daß ein Gemengteil sich dort einstellt, welcher dem Innern überhaupt fremd ist; z. B. ein Einschluß, innen normales Olivinknollen-Material, außen ein Aggregat von fast blos Diopsid mit nur spärlichem Olivin; oder ein handgroßer Einschluß, bestehend innerlich aus Olivín und Glimmer fast zu gleichen Teilen, äußerlich aus Glimmer und Diopsid zu fast gleichen Teilen mit äußerst geringem Olivingehalt. Liegen derartige Einschlüsse in Bruchstücken vor, so bestehen letztere an dem einen Ende aus diesem, an dem anderen Ende aus jenem olivinhaltigen Mineralaggregat. Wenn auch zwischen dem, was gewissermaßen als Kern und dem, was als äußere Zone vorhanden ist, für das bloße Auge oft eine nicht unscharfe Grenze zu verlaufen scheint, so weist doch das Mikroskop einen allmählichen Übergang auf, und indem beide Teile offenbar als Produkt eines fortlaufenden Bildungsaktes zusammengehören, ist es gar nicht möglich, in dem Gebilde einen lherzolithischen Einschluß zu erblicken. Das Angeführte stempelt die so innerlich gegliederten Einschlüsse als sozusagen selbständige Individuen und verbietet sie überhaupt als Fragmente, geschweige denn als exogene zu betrachten. Solche Zusammensetzung eines Einschlusses aus einer inneren und einer äußeren Partie mit verschiedenem und doch auch wieder zusammenhängendem Mineralgehalt kommt am Finkenberg sowie am Ölberg auch noch in manchen anderen Variationen vor; sie dürfte sich allenthalben nur durch die Ausscheidungstheorie, durch diese aber auch sehr befriedigend erklären lassen.

Nun werden aber weiterhin die eben erwähnten olivinführenden Einschlüsse in einer Weise, welche eine eigentliche Abtrennung ausschließt, begleitet von anderen olivinfreien, welche gar nur

aus einem einzigen der sonst in den Olivinknollen vereinten Mineralien bestehen; so liegen im Finkenberg direkt neben den Olivinknollen genau übereinstimmend gestaltete Aggregate von ganz reinem Enstatit, von ganz reinem Diopsid, von ganz reinem Glimmer, selbst größere Klumpen, die fast lediglich aus Picotit zusammengesetzt sind, und alle diese Einschlüsse, die im Verlauf noch besonders betrachtet werden, haben auch wieder ihre Abarten mit spärlichem Olivingehalt. Von den Gemengteilen der Olivinknollen kommen Olivin, Diopsid, Picotit auch je einzeln in sonst nur aus Glimmer bestehenden Aggregaten vor.

Da jene homogenen Mineralpartien wohl nur als Ausscheidungen gedeutet werden können, so wird man angesichts des innigen Zusammenhangs ebenfalls den normalen Olivinknollen denselben Ursprung zuerkennen müssen. Auch Rinne hat schon die große Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung der Knollen an einem und demselben sehr beschränkten Fundpunkt hervorgehoben (I. 19; II. 80), denen doch wieder ein gewisser Zusammenhang in der Mineralführung eigen ist, so daß man all diesen Massen eine gemeinsame Entstehung zuschreiben möchte. „Die Einreihung zu verschiedenen bestimmten, vom Basalt eingeschlossenen Gesteinen scheint mir aber wegen ihrer Mannigfaltigkeit auch bei demselben Vorkommen und wegen ihrer Anklänge und Übergänge zu einander weniger angebracht, als die Annahme ihrer Natur als alte Ausscheidungen.“ Mitunter wird der Konnex auch noch durch die gemeinsame Gegenwart besonderer Gemengteile vor Augen geführt, wie denn z. B. neben einem apatithaltigen Olivinknollen ein Pyroxenknollen liegt, welcher genau denselben fettglänzenden Apatit in ebenso dicken Körnern in sich aufweist (vgl. auch Bleibtreu 515).

Der Finkenberg führt aber an seinen Einschlüssen noch eine andere, genetisch sehr bemerkenswerte Erscheinung vor, auf welche in der Folge noch mehrfach Gewicht zu legen ist: daß ein Mineralaggregat, welches als solches auch selbständige Einschlüsse bildet, um eine ganz fremde innere Masse als auch u. d. M. sehr scharf abgegrenzte äußere Umrindung auftritt; die Grenze entspricht mehr oder weniger den äußeren Konturen des ganzen Einschlusses. Der Kern selbst bietet in diesem Falle keinen sicheren Hinweis auf seinen Ursprung dar, es kann selbstverständlich für sich ebensogut ein exogener als ein endogener Einschluß sein, welcher, in dem Magma präexistierend, eine solche allseitige

Rinden-Anlagerung erfahren hat. Aber die umrindende Substanz gestattet alsdann nur die Erklärung, daß in ihr eine Ausscheidung aus dem Basaltmagma vorliegt. Objekte, welche Schlußfolgerungen nach solcher Richtung hin ermöglichen, scheinen bisher kaum bekannt geworden zu sein. Was nun speziell das normale Olivinknollen-Material in dieser Hinsicht betrifft, so sind mir mehrere Stücke zu Gesicht gekommen, wo rund um eine schwarze Augitpartie von einigen Zoll im Durchmesser eine ca. 1 Zoll dicke Rinde des ersteren verlief. Das Unterscheidende von Nr. 3 auf S. 120 besteht eben hier darin, daß es sich bei dem Gegensatz zwischen innen und außen nicht um abweichende Beteiligung derselben Gemengteile handelt, sondern um den peripherischen Absatz eines ganz und gar fremden Mineralaggregats, womit zusammenhängt, daß die Grenze gegen die Innenpartie auch hier keine kontinuierliche Veränderung darbietet. Derartige umrindete Einschlüsse liegen ebenfalls im fragmentierten Zustande vor. — Die umgekehrten Fälle — Olivinknollen von ganz fremder Masse umkrustet (z. B. von Feldspat, von Quarzfeldspat-Aggregat, von Glimmer, von Augit) — werden an den Stellen erwähnt, wo sie für die letztere von genetischem Belang sind.

Für die Ortsveränderung der Olivinknollen liefert einen guten Beleg ein in dem gewöhnlichen dichten Finkenberger Basalt liegender Knollen, welcher äußerlich eine centimeterdicke grauschwarze Rinde von ganz feinkörniger Struktur besaß, heller als der umgebende Basalt. Das Präparat zeigte, daß diese Rinde auch aus einer, aber u. d. M. relativ sehr grobkörnigen Basaltvarietät besteht, wie sie mir sonst am Finkenberg nicht vorgekommen ist. Es ist ein Aggregat von vorwaltenden großen Plagioklasen und von gewöhnlichen bräunlichen Augiten, Olivin scheint zu fehlen, aber Biotit spielt eine ziemliche Rolle. Die Individuen sind hier vielleicht zehnmal so groß, wie in dem normalen eigentlichen Basalt, der unmittelbar angrenzt. Die Scheidung zwischen dem letzteren äußerst feinen und dem Rindenbasalt ist ganz ungemein scharf und durch eine fortlaufende Kette dicker Magnetitkörner markiert. Hier ist wohl nur die Erklärung zulässig, daß ein im grobkörnig ausfallenden Basalt festgewordener Olivinknollen, mit einer Rinde desselben versehen, als Einschluß in das normal erstarrende Gestein hineingelangte.

Gewisse eckige und splitterige Einschlüsse vom Finkenberg,

welche sich offenbar an die vorwiegend aus Olivin bestehenden anschließen, aber nicht das übliche Grün zeigen, sondern ein eigentümliches Grünlichgrau, verbunden mit einem speckigen Glanz, weisen u. d. M. eine sonderbare Beschaffenheit auf: die Olivine sind nämlich bis auf einige zurückgebliebene Reste größtenteils in meist dichtes Carbonat, zum anderen Teil in Opal umgewandelt. Die Pseudomorphosen von Carbonat nach Olivin zeigen manchmal ganz deutlich die terminalen dachartigen Zuspitzungen der ehemaligen gut automorphen Individuen. Das Carbonat, stellenweise etwas blaßbräunlich gefärbt, mit seiner charakteristischen fein irisierenden Aggregatpolarisation ersetzt den Olivin bald in der Form vorwiegend leistenähnlicher zackiger Streifen, welche, wie es scheint, ihren Verlauf hauptsächlich nach der Vertikalaxe des Olivins nehmen, weshalb denn in den benachbarten, verschieden orientierten Individuen diese Streifensysteme winkelig aufeinanderstoßen; bald sind aber auch die alten Olivinkonturen mit einem an serpentinische Umbildung erinnernden netzartigen Geäder von Carbonat erfüllt, an dem man sehr gut ältere und jüngere Zersetzungsgänge unterscheiden kann. Wie angeführt stecken in diesen sekundären Carbonatmassen mehrfach noch frische Kerne von äußerst blassem Olivin mit ihrer rauhen Oberfläche, wobei sämtliche zu einem Individuum gehörige auch dieselben lebhaften Polarisationsfarben ergeben. Bisweilen liegen innerhalb des dichten Carbonats sehr kleine scharfe Rhomboëderchen eines offenbar chemisch etwas abweichenden Carbonats, welche das Licht stärker brechen. In den allermeisten Fällen aber pflegt das carbonatische Umwandlungsprodukt des Olivins keine Kerne des letzteren mehr zu umschließen, sondern vollkommen farblose Partien mit ganz glatter Oberfläche, von schwacher Lichtbrechung und absoluter Isotropie, welche bei gekreuzten Nicols über das ganze Präparat hin wie tiefdunkle Tintenflecke erscheinen. Sie können nur als Opal gelten, welcher auch makroskopisch die Einschlüsse teilweise umrindet und sie als Äderchen durchzieht. Während die Grenze zwischen Carbonat und Olivinkernen immer glatt in scharf gezogenen Linien verläuft, springen an derjenigen von Carbonat und Opal oft rhomboëdrische Zacken des ersteren in den letzteren hinein. Übrigens kommt es auch vor, daß Olivinreste in einem Umwandlungsprodukt erhalten sind, welches aus Carbonatgeäder und Opalpartien besteht. Hin und wieder bemerkt man anstatt

des Opals zwischen gekreuzten Nicols Partien mit einer Ansammlung ganz verschwommener und winziger, optisch nicht weiter untersuchbarer kleiner Kreuzchen, Stellen, wo wahrscheinlich Chalcedon vorliegt. Soweit mir bekannt geworden, finden sich Pseudomorphosen von Opal nach Olivin nur in einem Basalt von der neuseeländischen Banks-Halbinsel durch KOLENKO erwähnt.[1]) Chemisch ist der Vorgang leicht zu verstehen:

$$Mg^2SiO^4 + 2\,CO^2 + H^2O = 2\,(MgCO^3) + SiO^2 \cdot H^2O.$$

Sonst enthalten diese hellen Einschlüsse nur äußerst wenig hellgrünen monoklinen Pyroxen, insbesondere keinen Enstatit, Picotit, Glimmer. Wird die Masse mit heißer Salzsäure behandelt, so löst sich das Carbonat, die Olivinreste liefern etwas gelatinöse SiO^2, der Opal bleibt zurück; durch Kochen mit Ätzkali wird dann alles gelöst.

Wie es scheint, liegt bis jetzt für die Olivinknollen nur eine Reihe chemischer Analysen einzelner Gemengteile, nicht aber eine eigentliche Bauschanalyse vor. Die Durchschnittszusammensetzung eines größeren möglichst normal beschaffenen Knollens vom Finkenberg wurde im hiesigen ersten chemischen Universitätslaboratorium durch die Herren cand. chem. ALBERT SCHMIDT (I) und REINHOLD RIEKE (II) nach dem Verfahren von HILLEBRAND-ZSCHIMMER ermittelt; III ist das Mittel beider Parallelanalysen. Eine ebenso nahe als leicht erklärliche Übereinstimmung zeigt IV, eine von LACROIX mitgeteilte Analyse des Lherzoliths vom Weiher Lherz.[2])

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	43.18	43.22	43.20	44.64
Tonerde	2.40	2.44	2.42	5.85
Chromoxyd	Spur		Spur	ca. 0.20
Eisenoxyd	4.54	4.37	4.45	2.85
Eisenoxydul	4.55	4.59	4.57	4.50
Kalk	2.76	2.74	2.75	2.47
Magnesia	38.89	38.77	38.83	38.76
Kali	0.56	0.59	0.57	—
Natron	2.32	2.35	2.33	—
Glühverlust	—	—	—	0.30
Wasser	0.75	0.78	0.77	—
	99.95	99.85	99.89	99.57.

1) Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1885, I. 18.

2) Comptes rendus CXX. 1895. 753.

Der MgO-Gehalt in III und IV stimmt fast absolut überein. Der Al^2O^3-Gehalt in den Olivinknollen ist in bemerkenswerter Weise noch geringer, als man nach der sonstigen Analogie auf Grund der vorhandenen Analyse IV erwarten sollte.

Sind die Olivinknollen Bruchstücke von Urausscheidungen, so liegt in ihnen — wie auch M. Bauer glaubt — ein wohl schlierenartiges Spaltungsprodukt des Anfangsmagmas vor, welches, wie zu vermuten war, bei geringer SiO^2-Menge namentlich charakterisiert ist durch einen außerordentlich hohen Gehalt an MgO, bei gänzlichem Zurücktreten von zumal Al^2O^3, auch von CaO und spärlichen Alkalien. Wissen wir auch über die Differenzierungen des Urmagmas nicht viel Genaues, daß sie stattgefunden haben, ist kaum zweifelhaft. Und Basalte scheinen mehr als alkalireiche Magmen zur Schlierenbildung geeignet. So sagt auch Morozewicz: „Magmen, die an Magnesia, Eisenoxydul und Kalk reich sind, bilden dickflüssige, wenig bewegliche Massen, in welchen die Bildung von Konkretionen und Schlieren sehr gut möglich und leichter vor sich gehend erscheint als in den beweglicheren und besser diffundierenden Alkalimagmen.“[1]) Bei einer solchen Zusammensetzung, wie sie die Olivinknollen zeigen, wird es zu einer Feldspatbildung nicht leicht kommen können. Ebenso ist die Bildung von Korund oder Sillimanit aus solchen Magmapartien ausgeschlossen, welche in der Tat, trotz sonstiger Verbreitung, nie beobachtet wurden. Auch eine Ausscheidung von Zirkon, welcher an SiO^2 und Al^2O^3 reichere Massen liebt, ist hier wohl nie erfolgt.

Wo eine Masse von solcher Zusammensetzung sich aus dem Ur-Basaltmagma ausscheidet, muß letzteres in unmittelbarer Nachbarschaft ganz besonders reich an Al^2O^3, etwas reicher an SiO^2, äußerst arm an MgO, reicher an CaO, wenig reicher an Fe und Alkalien werden. Dadurch kann wiederum Gelegenheit geboten werden zur Entstehung von anderen Ausscheidungen, welche auch ihrerseits außerhalb des Rahmens der normalen basaltischen Erstarrungsprodukte fallen. Die durch die Ausscheidung des Olivinknollen-Materials lokal veränderten Magmateile konnten sich nun möglicherweise aber auch noch weiter spalten, einerseits Sillimanit und Sapphir kristallisieren lassen, anderenteils, durch Festlegung

1) Mineralog. u. petrogr. Mittheil. XVIII. 1898. 194.

des bei letzterem Vorgang nicht verbrauchten CaO und Fe, Augit und Granat aus sich erzeugen.

Man kann es in der Tat vielleicht als nicht unwahrscheinlich hinstellen, daß das Produkt der ersten Magmaspaltung eben in den Olivinknollen vorliegt. Gerade letztere besitzen auch die meisten Umrindungen: Rinden von dunklem Augit, von Magnetit-Augit, von sog. Fettquarz, von Feldspat, von Glimmer, von Quarz-feldspat-Aggregat, eine Erscheinung, welche sowohl die Präexistenz der Olivinmassen als die spätere Ausscheidung der umrindenden Materialien bezeugt. Dadurch würde sich dann das Dasein vieler anderer „Einschlüsse" als Konsequenz ableiten lassen. Und gerade am Finkenberg möchte auch so die überraschend große Menge dieser anders gearteten Einschlüsse mit der dortigen außergewöhnlich großen Anzahl der Olivinknollen zusammenhängen. Wo letztere nur spärlich entstanden, da war auch keine solche Veranlassung zur Ausscheidung von chemisch kontrastierenden Substanzen. In den ungemein zahlreichen Kuppenbasalten der Eifel fehlen die Olivinknollen gänzlich, daneben auch alle anderen endogenen Einschlüsse.

Augitaggregate.

Knollige Massen von reinem oder vorwiegendem dunklem monoklinem Augit, aus vielen Basalten bekannt, sind von den meisten Autoren mit Recht als Urausscheidungen betrachtet worden. Bei dem vorliegenden sehr ausgedehnten Material verhalten sich die mehr oder weniger normalen Vorkommnisse kurz folgendermaßen. Die Partien bestehen aus verschieden gelagerten und ineinander verschränkten Individuen, die nur in der vertikalen Zone bisweilen kristallographische Entwickelung zeigen, mit ∞P {110} und beiden vertikalen Pinakoiden, von kräftigen prismatischen Rissen durchzogen; an den $\infty P \infty$ {010} genäherten Vertikalschnitten wurden starke Auslöschungsschiefen gemessen, mit den scharfen parallelen Spaltrissen bis 45^0 bildend. Die Farbe ist in den Präparaten bald etwas heller, bald etwas dunkler grünlich, mit einem Stich ins Bräunliche, der Pleochroismus hier selbst in den Querschnitten mit bisweiligen Ausnahmen recht wenig intensiv. Sehr wechselnd, aber meist nicht spärlich ist der Gehalt an Interpositionen, an Dampfporen und Glaskörnchen. Kurze schwarze Nädelchen sind in den Vertikalschnitten des Augits vorwiegend

parallel *c* eingelagert. (Dannenberg beobachtete in einem solchen Einschluß vom Ölberg wenigstens drei, nicht in einer Ebene liegende Systeme dieser strichförmigen Stäbchen (40), ohne indessen die Orientierung sicher bestimmen zu können.) Magnetitkörnchen sind reichlich, manchmal ziehen hintereinander gelegene Erzpartikelchen in krummen geschwungenen Linien durch das ganze Augitaggregat. Die Augite umschließen ferner öfters kleine braune Biotitblättchen. Ein paarmal wurden auch in ihnen abgerundete Kriställchen von stark pleochroitischem rhombischem Pyroxen eingeschlossen gefunden, die dann aber nicht selbständig im Aggregat aufzutreten scheinen. Das Gefüge pflegt kompakt zu sein, doch gibt es auch etwas poröse Aggregate, bei denen die Individuen wohl mit kristallisierten Enden in ehemalige kleine Hohlräume hineinragen, und diese dann mit Carbonaten und strahligen Zeolithen erfüllt sind.

Der unmittelbar an diese Augitknollen angrenzende Basalt ist ziemlich normal beschaffen, vielleicht manchmal etwas feiner struiert und etwas erzreicher. In ihm liegen wohl als relativ größere isolierte Ausscheidungen genau dieselben Augitindividuen, wie sie auch, in der angeführten Farbe etwas abweichend von den eigentlichen basaltischen, die Aggregate zusammensetzen. Solche trabantenähnlichen Augite im Basalt besitzen aber einen schmalen etwas dunkleren Rand mit einer um 5° von dem Kern verschiedenen Auslöschungsschiefe; diese dunklere Zone fehlt den direkt an den Basalt anstoßenden Individuen des Knollens.

Bisweilen offenbart aber das Augitaggregat selbst doch am Rande eine etwas abweichende Beschaffenheit. Zwischen ihm und dem bis an die Grenze ganz normalen Basalt zieht eine nur 0,25 mm breite dichte Zone einher, dunkler, nämlich schmutzig grün gefärbt, nach innen und nach außen recht scharf abgegrenzt. Trotz der schlechten Auflösbarkeit dieser anscheinend glasfreien Zwischenzone ist kein Zweifel, daß sie eine eng aneinander gefügte Zusammenhäufung von etwas dunkleren Pyroxenkörnchen darstellt und daß sie nicht dem Basalt sondern dem Einschluß selbst angehört. Es liegt wohl die Erscheinung vor, welche A. Becker mit unter der Bezeichnung „Angegriffensein des Augits" einschließt (das in einem Zerbröckeltwerden bestehende sog. Angegriffensein konnte nicht deutlich beobachtet werden) und deren auch M. Bauer in zutreffender Beschreibung gedenkt (190). Hin-

zuzufügen ist noch, daß dieser Rand, wenigstens eine Substanz, die im abgeblendeten Licht ebenso grünlich grau aussieht, auch längs Sprüngen weit in den Augitknollen hinein verläuft, und daß in einem Falle inmitten des Basalts nahe der Einschlußgrenze ein von solchem Rande rings ganz umgebenes Bruchstück des Knollenaugits bemerkt wurde. Einen körneligen Olivin-Kontaktsaum um die Augitmassen konnte ich bei meinen Materialien niemals beobachten.

Das Hineinspielen des Basaltmagmas bei der Ausscheidung der Augitaggregate zeigt sich daran, daß manchmal auf der Grenze zwischen den Individuen der letzteren kleine isolierte Basaltfetzchen liegen, in denen sich wohl auch winzigste bräunlich durchscheinende Spinell-Oktaëderchen ausgeschieden haben, oder daß sich relativ grobkörnige echte Basaltstreifen durch den Knollen hindurchziehen, die mitunter reich an Glimmer, bisweilen auch etwas carbonatisiert sind. — Die kompakten Augitpartien sind vielfach von carbonaterfüllten Kontraktionsrissen umgeben, welche oft wieder nicht genau auf der Grenze zwischen Einschluß und Basalt verlaufen, sondern nur nahe der Grenze aber innerhalb des letzteren. Von ihnen aus hat sich das Carbonat auf vielen feinen scharfen Äderchen sekundär in die sonst noch ganz frische Masse der Knollen hineingezogen.

Wenn BLEIBTREU (544 ff.) namentlich auf Grund von augitischen Säumen um Olivinpartien zu dem Ergebnis kommt, daß hier die ersteren aus den letzteren durch Umwandlung hervorgegangen seien, so kann ich dieser Anschauung nicht beipflichten; ihr steht auch entgegen die Angabe, daß solche, als teilweise Alterationsprodukte geltenden Aggregate von schwarzem Augit und Olivin doch nicht innig mit der zentralen Olivinmasse verwachsen seien. Ebensowenig möchte ich der Argumentierung von BLEIBTREU (548) folgen: Weil die Umsetzung von (exogenen) Olivinknollen in Augitaggregate nachgewiesen werden könne, so sei ein Teil der letzteren, wenn sie auch auf den ersten Blick wie (endogene) Ausscheidungen aussehen, doch keine solchen, sondern anfangs ebenfalls fremde Bruchstücke gewesen. In allen diesen Fällen handelt es sich meiner Erachtung nach um gewöhnliche Umrindungen, wie sie so häufig auch sonst zwischen verschiedenartigen Mineralien vorkommen, wo jede Vermutung, daß die Rinde aus dem Kern hervorgegangen, ausgeschlossen ist. Als charakteristisches Beispiel für Umrindungen

zeigt ein Einschluß vom Finkenberg als Kern ein 1,5 cm großes einheitliches schwarzes Augitindividuum, darum eine ca 1 cm breite Zone vorwaltend aus etwas gebräuntem Olivin mit spärlichem diopsidartigem Augit; weiterhin nach außen eine stellenweise 2 cm dicke Rinde, die ein verschränktes Aggregat ganz kleiner glaseinschlußreicher Augite darstellt, mit nur recht vereinzelten Olivinen.

Daß aber in der Tat diese dunklen Augitaggregate Ausscheidungen sind, ergibt sich in überzeugender Weise daraus, daß sie ihrerseits am Finkenberg allseitige scharfe Rinden sogar von 6 cm Dicke um rundliche Quarzeinschlüsse bilden.

Andere dunkle Augitmassen sind nicht so rein, sondern enthalten gelben Magnetkies in einzelnen Körnchen oder als förmliches Geäder. In noch anderen werden Partien von derbem Apatit bemerkt, welcher auch schon von Bleibtreu (515) angeführt wird, wie gleichfalls Rinne (II. 73) in einem großen Augitkorn aus dem Tuff des Pusbalges bei Gudensberg eine 1 cm lange und etwa 1 mm dicke Apatitsäule gewahrte.

Diese letzteren geleiten hinüber zu den (bisweilen irrtümlich als Hornblendepartien geltenden) an Titanit und Apatit sehr reichen Augiteinschlüssen, welche z. B. am Finkenberg nicht ganz selten sind und allerhand Eigentümliches aufweisen. Die wirr zusammengehäuften und unregelmäßig begrenzten grünlich schwarzen Augite sind hier sehr viel stärker pleochroitisch als in den gewöhnlichen Augitknollen, die scharf gespaltenen Querschnitte mit ihrem Wechsel von schmutzig grün und lebhaft grünlich oder bräunlich gelb ähneln darin den natriumhaltigen Pyroxenen aus den ebenfalls viel Apatit und Titanit führenden Nosean-Leucitphonolithen der Gegend von Rieden am Laacher See. Der Augit enthält eine ganz unglaubliche Menge von Gasporen, ganz kleine, tief dunkelumrandet, die ungetroffen in den dünnen Präparaten liegen, größere, die durch das Schleifen halb geöffnet sind, so große und dicke, daß sie oben und unten angeschliffen, jetzt mit Canadabalsam erfüllte Löcher im Augit bilden. Um manche der kleineren Poren sitzt eine schmale Glaswand; es kommen auch normale Glaseinschlüsse mit relativ kleinem Bläschen vor, ferner winzige Flüssigkeitseinschlüsse mit freiwillig beweglicher Libelle, die aber beim Erwärmen nicht verschwindet. Ferner ist der Augit reichlich erfüllt mit dicken bis ganz feinen Magnetitkörnern.

Das graugrünliche, etwas fettglänzende Mineral, was in diesen dunkeln Aggregaten von vorwaltendem Augit eine Rolle spielt (und wohl von den Sammlern auch für Apatit gehalten wurde), ist Titanit. Es bildet darin meist unregelmäßig begrenzte Partien, doch wurden aber auch ein paar bis gut 0,5 cm lange spitzrhombische Durchschnitte beobachtet. In den Dünnschliffen sind die großen Partien nur von ganz unregelmäßig verlaufenden Sprüngen durchzogen, Spaltbarkeit fehlt. Die Lichtbrechung ist sehr hoch; günstige Schnitte zeigten ein zweiaxiges Interferenzbild mit sehr kleinem Winkel der optischen Axen. Die meisten schief gegen die optische Axenebene gerichteten Schnitte konnten in Folge der starken Axendispersion im weißen Tageslicht in keiner Stellung zur völligen Auslöschung gebracht werden. Die Doppelbrechung ist offenbar sehr beträchtlich, der Pleochroismus äußerst schwach. Die Lösung, welche das isolierte Mineral bei der Behandlung mit Schwefelsäure liefert, wird durch einen Tropfen Wasserstoffsuperoxyd intensiv orangegelb; auch die Phosphorsalzperle ergab im Reduktionsfeuer die Titansäure-Reaktion; schon ohne Zusatz von Zinn war das Glas heiß gelb, nach dem Erkalten violett. Der Titanit ist durchzogen von langen Streifen äußerst feiner Gasporen und Glaseinschlüsse. Wo er unmittelbar an Basalt grenzt, verläuft in letzterem eine Reihe dicker Magnetitkörner, was beim Augit nicht der Fall ist.

Was den Apatit in diesen Augitknollen anbetrifft, so zeigen seine gedrungenen Individuen ($\infty P \cdot OP$) von bläulich grauer Farbe u. d. M. im höchsten Maße die sog. staubige Beschaffenheit. Die Interpositionen sind in manchen Längsschnitten nicht schwierig zu erkennen, teils als längliche cylindrische Poren, teils als solide dunkle Nädelchen, deren Natur jedoch auch hier zweifelhaft bleiben muß; wo sie etwas lockerer liegen, tritt die bläulich polarisierende Apatitsubstanz zwischen ihnen hervor. Am Rande der Individuen häufen sich aber diese Einlagerungen derart, daß dort eine ganz unauflösbare dunkle Masse erscheint. Die länglichen Stäbchen scheinen nach der Vertikalaxe angeordnet, wie sie sich denn auch in rundlichen, einfachbrechenden Apatitschnitten als dicht gesäte Pünktchen zu erkennen geben. Günstige Schnitte lassen gewahren, daß auch selbst in den dicken Magnetitkörnern des Augits relativ große staubige Apatite eingeschlossen liegen. — Während die Apatite sowohl selbständig auftreten, als auch von

Augit umhüllt werden, scheinen die Titanite nur in ersterer Weise vorzukommen; Titaniteinschlüsse in den Augiten wurden wenigstens nie bemerkt. Dagegen enthalten die großen Titanite Interpositionen sowohl von Augit als von Apatit. Darnach scheint die Reihenfolge der Festwerdungen zu sein: 1. Apatit, 2. Magnetit, 3. Augit, 4. Titanit, letztere beide vielleicht auch gleichzeitig. — Die Titanit und Apatit enthaltenden Augitmassen führen ferner wohl in kleinen gelblichbraunen Körnchen das Mineral, welches in anderen Einschlüssen als Orthit erkannt wurde.

Wo der Basalt an diese in Rede stehenden Augitaggregate stößt, zeigt seine Masse keinerlei abweichende Ausbildung, mit Ausnahme der erwähnten Magnetitschnur an den Titaniten. Die ihm zunächst liegenden Knollenaugite besitzen aber wohl eine etwas besondere Umrandung, indem, wenn ihre Hauptmasse auf Saftgrün eingestellt ist, dieselbe eine schmale gelbbräunliche Peripherie aufweist, die auch etwas abweichend farbig polarisiert, aber dennoch genau übereinstimmend mit dem Innern auslöscht. Nach der Innenmasse des Knollens zu kommt dieser bräunliche Rand, der mit der eigentlichen basaltischen Augitsubstanz identisch scheint, an den Individuen nicht mehr vor. Ein „Angegriffensein" der Augiträuder wurde nicht wahrgenommen. Übrigens ist der Grenzverlauf zwischen Basalt und Augitknollen allenthalben äußerst unregelmäßig: die Basaltmasse springt in langen spitzeren und stumpferen, oft ihrerseits wieder winkelig hakenförmigen oder geknickten Partien in das Augitaggregat hinein oder umgekehrt, so daß geradezu ein gegenseitig zickzackartig verästeltes Eingreifen hervortritt, wie dies schon mit vielem Detail durch die Loupe ersichtlich ist. Bemerkenswert ist nun, daß genau dieselben großen staubigen Apatite, wie sie der Augitknollen umschließt, nahe der Grenze gleichfalls mitten in dem Basalt liegen. Dadurch wird gewiß auch die Augitmasse selbst sehr deutlich als Ausscheidung gekennzeichnet. Es ist genau derselbe Fall, wie da, wo sich um einen sapphirführenden Feldspateinschluß herum isolierte Sapphire (oder um einen zirkonhaltigen herum isolierte Zirkone) im Basalt selbst finden.

Zum Schluß sei noch ein eigentümlicher Einschluß vom Finkenberg angereiht, eine granathaltige Feldspat-Augitmasse, um welche warziger Calcit mit Opallagen eine Rinde bildet. Die Hauptmasse ist ein äußerst feines Gemenge von etwas vorwaltenden

dunklen xenomorphen Augitteilchen, selbst in dem sehr dünnen Präparat bräunlichgrün, sowie von zarten farblosen polysynthetisch lamellierten Plagioklasleistchen, welche beide in ophitischem Gefüge vereinigt sind. Darin liegen, gewissermaßen porphyrartig, größere monokline Pyroxene, innen ganz blaßgrün, äußerlich, wie jene winzigen Augitpartikelchen bräunlichgrün. Die Grenze zwischen den beiden Farben ist ganz unregelmäßig wellig und buchtig, als ob alte blasse Individuen korrodiert und von der dunkleren Augitsubstanz umrindet worden seien, die dann auch die zahllosen kleinen Teilchen als spätere und schließliche Festwerdungen lieferte. Die größeren Augite enthalten kernähnlich unzweifelhafte farblose Orthoklase eingeschlossen, welche auch spärliche selbständige Ausscheidungen bilden. Darnach scheint in diesem Teile des Einschlusses die Reihenfolge der Festwerdungen zu sein: 1. nicht reichlicher Orthoklas, welcher später nicht mehr zur Bildung gelangte; 2. blasser monokliner Pyroxen; 3. Plagioklas; derselbe lieferte mit 4. dem dunklen Pyroxen das feinophitische Material, wobei 4 noch 2 umrinden konnte. — Mitten in der Masse dieses Einschlusses liegen nun aber fleckenähnliche Stellen, die fast nur aus nahezu farblosen, ganz isotropen Granatkörnern bestehen, bis ca 0,15 mm im Durchmesser groß; sie führen zentrale Häufchen von feinsten Glaseinschlüssen und ihr Aggregat ist von Äderchen staubähnlichen Calcits durchzogen, die zwischen den Individuen lagern.

Anhangsweise muß noch des Auftretens von Diopsidaggregaten gedacht werden, die ihre nächsten Verwandten in den Olivinknollen haben. Ein Einschluß vom Finkenberg besteht fast nur aus grasgrünem Diopsid (mit einer Auslöschungsschiefe $c : c$ von ca 37^0) nebst etwas faserigem Enstatit und fast keinem Olivin; ein anderer ist ein grobes Gemenge von Diopsid und etwas zurücktretendem blaßbraunem Enstatit mit nur ganz wenig Olivin und Picotit.

Enstatitmassen.

Blaßbräunlich grüner rhombischer Pyroxen, von der Beschaffenheit, wie er sich an den Olivinknollen beteiligt, bildet auch ganz rein für sich mehrfach selbständige Einschlüsse von selbst 3—4 cm. Durchmesser, bestehend aus vielen derben Individuen, die kreuz und quer gelagert nur von irregulären Kontaktflächen

begrenzt sind. Das Mineral wird, wie der betreffende Gemengteil der Olivinknollen bald Enstatit, bald Bronzit genannt; Analysen desselben aus jenen Knollen zeigen einen auffallend konstanten Gehalt an FeO: eine von Bleibtreu 7,63, eine von Knop 6,07, eine von Köhler 7,46, eine von Brauns (bei Bauer) 6,47 %. Dieser Eisengehalt ist nun vielleicht etwas zu hoch, um noch den Namen Enstatit zu rechtfertigen; wenn er gleichwohl hier, wie auch bei den Olivinknollen angewandt wird, so geschieht es, weil selbst in den Schnitten, die bei Bronzit die größten Absorptionskontraste aufweisen, sich kaum eine Spur von Pleochroismus zeigt.

Die Auslöschung geht parallel und senkrecht zu den Spaltungsrissen in allen Schnitten, in welchen letztere nur parallel verlaufen. Schnitte parallel der Hauptspaltungsfläche ergeben kein Axenbild im konvergenten Licht. Querschnitte mit den fast rechtwinkelig sich kreuzenden Spaltrissen liefern ein Axenbild und man sieht, daß die optische Axenebene parallel geht der Halbierungslinie des stumpfen Prismenwinkels, also im Brachypinakoid liegt. Die Vertikalaxe ist spitze Bisektrix und, wie das Gipsblättchen zeigt, die Axe der kleinsten Elastizität, die Doppelbrechung positiv; $a = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$. Die relativ stark lichtbrechenden und deshalb hohes Relief zeigenden Schnitte ergeben die charakteristischen niederen Polarisationsfarben. Die von M. Bauer (195) erwähnte muschelig brechende „zweite Abart" des Bronzits ohne deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet; ferner ließen sich auch die mehrfach angegebenen Krümmungen und Verdrückungen in meinen Materialien nicht wahrnehmen.

Die Enstatite sind sehr reich an winzigen Gasporen und Glaseinschlüssen. Viel mehr aber fallen weitere, auch anderswoher bekannte Interpositionen auf, von denen die größten in den Präparaten schon makroskopisch sind: länglich streifenähnliche Blättchen, bei größerer Dicke sepiabraun, bei mittlerer bräunlich oder rötlich gelb, bei großer Dünne blaß zitronengelb, wohl beträchtlich lichter als die im Hypersthen enthaltenen. Immer liegen sie mit ihrer Längsrichtung parallel den Spaltrissen in den Vertikalschnitten; sie werden hier bis 0,8 mm lang bei einer Breite von 0,15 mm. Die beiden Längsseiten sind meist scharf ausgezogen und genau parallel, die Terminierungen irregulär: doch zeigen auch wohl die seitlichen Ränder wellige Einbuchtungen, nebenher kommen durchlochte Blättchen vor. Trotz der intensiven

Farbe sind die Lamellen ganz unpleochroitisch, und sie reagieren auch nicht im mindesten auf polarisiertes Licht; bei der Einstellung des Enstatits auf Dunkel ist ihre Gegenwart unerkennbar. Dennoch scheint mir nicht angängig, mit BLEIBTREU (511) diese lamellaren Interpositionen für Picotit zu halten. Eher könnte man vielleicht an dendritisch eingedrungenes Eisenoxydhydrat denken. Auf die Schliffoberfläche gebrachte Salzsäure färbt sich sehr bald gelb, und nach längerer Einwirkung gewahrt man bei schief auffallendem Licht unter der Loupe längliche Vertiefungen, welche den dort an der Oberfläche befindlich gewesenen Blättchen zu entsprechen scheinen.

Außerordentlich deutlich ist die vielfach konstatierte Einwachsung von feinen Lamellen monoklinen Augits in diesen Enstatiten; in Enstatitschnitten parallel $\infty \breve{P} \infty$ {010} verraten sich diese Einlagerungen zwar weder im gewöhnlichen noch im polarisierten Licht; aber in anderen Vertikalschnitten oder in Spaltungsstückchen, die auf einer Prismenfläche liegen, zeigen jene monoklinen Streifen zwischen den gerad auslöschenden rhombischen eine Auslöschungsschiefe bis zu 45°. — Ein vorwiegend aus Olivinkörnchen bestehender Saum um die Knollen rhombischen Pyroxens, wie ihn RINNE (I. 16) beschreibt, konnte nicht beobachtet werden. Trübe Streifchen einer nicht weiter zu bestimmenden carbonathaltigen Substanz ziehen durch den frischen Enstatit, wahrscheinlich zersetzte basaltoidische Materie.

Außer diesen reinen Enstatitpartien kommen am Finkenberg andere vor, welche in ganz wechselndem Verhältniß, aber unter Vorwalten des Enstatits mit grünem Diopsid oder mit dunklem Augit oder mit Picotit gemengt sind, und so entschiedene Übergänge zu den Olivinknollen bilden; bisweilen führen solche Aggregate spärlichen Plagioklas.

Die größeren reinen Enstatitpartien werden schwerlich als exogene Bruchstücke unterirdischer Vorkommnisse, als Fragmente anstehender Pyroxenite oder Websterite gelten können. Sind es aber Ausscheidungen, so fällt auch dadurch Licht auf den früher als fremdartig erschienenen Enstatitgehalt der Olivinknollen. Da auch die anderen Mineralien der letzteren als reine oder fast reine selbständige Ausscheidungen auftreten, so ist die Fähigkeit des Basalts, dieselben zu lherzolithähnlichen Gemengen vereint zu produzieren, nicht zu bezweifeln.

Hornblendepartien.

Eine Ausscheidung von Hornblendeaggregaten scheint nur sehr viel seltener, als es bei pyroxenischen Mineralien der Fall, vorgekommen zu sein und ein großer Teil der von den Sammlern als Hornblendeknollen bezeichneten Einschlüsse hat sich bei näherer Untersuchung als aus schwarzem Augit zusammengesetzt erwiesen. Der Basalt des Ölbergs im Siebengebirge führt Hornblendemassen fast wie die bekannten in dem benachbarten Andesit des Stenzelbergs, weitere finden sich im Lühnsberg bei Muffendorf (Mehlem) und im Scheidskopf w. von Remagen. Auch im Finkenberg gibt es Aggregate, welche zu $^3/_5$ aus wirklicher schwarzer Hornblende, zu $^2/_5$ aus Magnetkies bestehen, andere, die außer Hornblende sog. schlackiges Magneteisen und Apatit, wohl etwas violettlich, enthalten.

Typische Erscheinungen bot eine individualisierte schwarze glänzende Hornblendepartie im Finkenberger Basalt, über 2 cm lang, 1,5 cm breit. Dieselbe zeigt sowohl am Rande, als auch kanalähnlich das ganze Innere durchziehend, jene seltenere und eigentümliche Umwandlung, bei welcher es sich nicht — wie bei den dunkleren mehr kompakten Rändern in Andesiten, Trachyten und Porphyriten — um ein sehr inniges Aggregat von rundlichen feinen Augitpartikelchen und opacitischen Körnchen handelt, sondern in erster Linie und in großer Menge tief dunkelbraune bis schwärzliche längliche Stäbchen und keulenförmige Körperchen entstanden sind. In dem vielverzweigten Netzwerk dieses Umwandlungsprodukts liegen noch größere oder kleinere insel- oder fetzenähnliche Reste der Hornblende. Jene stäbchenförmigen Gebilde können hier besser als in den meisten anderen Fällen untersucht werden. Sie sind meist parallel geordnet und zwar entsprechend der amphibolischen Vertikalaxe, ein kleiner Teil aber kreuzt dieses System unter einem Winkel von ca 60°. Die dünneren derselben zeigen deutlichen Pleochroismus: gelblichbraun, wenn ihre Längsrichtung parallel dem Nicolhauptschnitt geht, fast impellucid, wenn beide senkrecht stehen. Soweit die geringe Pellucidität erkennen läßt, besitzen sie alle gerade Auslöschung. Begleitet werden diese Nadeln von zahlreichen heller braunen, im Präparat parallel und horizontal liegenden Blättchen ohne kristallographische Umrisse mit zersägten und lappigen Rändern; diese Lamellen innerhalb der Hornblende wirken nicht auf das polarisierte Licht,

werden bei der Dunkelstellung der letzteren völlig unerkennbar. Stäbchen und Blättchen scheinen, worauf viele Verwachsungen, ja Übergänge in der Farbe hinweisen, zusammenzugehören, wobei es aber recht fraglich ist, ob die ersteren auf der Kante stehende Lamellen darstellen.

Zwischen den in Reih und Glied stehenden Stäbchen liegen gar nicht selten wohlkristallisierte, etwas violettliche Augite, deren Vertikalaxe parallel den Stäbchensystemen geht und die auch gleich orientiert mit der Hornblende sind, so daß beide die Prismenzone und $\infty P \infty$ gemeinsam haben. Wo das Gewebe lockerer ist, treten auch hin und wieder kleine gestreifte Plagioklase hervor; ein ganz opakes körnchenähnliches Mineral, welches als Magnetit zu deuten wäre, wird aber nicht beobachtet. — Am Rande ist die Hornblende ganz in dieses Umwandlungs-Aggregat verändert, welches keine Reste der ersteren mehr umschließt. Die Grenze gegen den völlig normalen Basalt ist durchaus scharf, hier zeigt sich aber die Erscheinung, daß die Stäbchen eine kurze Strecke weit genau senkrecht auf der Basaltgrenze stehen; erst weiter nach innen zu erfolgt dann deren oben erörterte Gruppierung.

Derartige Stäbchen wurden beobachtet in den Hornblenden der Basalte: der Nürburg (ZIRKEL 1870) und des Kelbergs in der Eifel (SOMMERLAD 1882, K. VOGELSANG 1890), der Insel Palma (VAN WERVEKE 1879), der Rhön (SOMMERLAD 1882, PETZOLD 1883, LENK 1887), des Hauráns in Syrien (DOSS 1886), des Kilimandjaro (HYLAND 1888), Madagaskars (HATCH 1889), vom Cabo de Gata (OSANN 1891), des Kula-Bassins in Lydien (H. S. WASHINGTON 1894). Alle Beschreibungen stimmen sonst überein, nur wird über die Auslöschung der Stäbchen abweichend berichtet: Die Angaben schwanken von „gerade“ (WASHINGTON) und „parallel oder wenig geneigt zur Längsaxe“ (VAN WERVEKE) bis zu 20° Schiefe (HYLAND) und 25° Schiefe (DOSS) im Maximum. Die älteren Autoren, welche überhaupt eine Meinung äußern, vermuten meist in den Stäbchen neugebildete Hornblende; BLEIBTREU möchte in solchen, die nach seiner Beschreibung übereinstimmen, Glimmermikrolithen erblicken. WASHINGTON ist geneigt, in ihnen Hypersthen zu sehen[1]) und zwar: weil eine Rekristallisation der Hornblende wiederum als Hornblende unwahrscheinlich sei, weil

1) The volcanoes of the Kula-Basin in Lydia. Inaug.-Dissertation. Leipzig 1894.

der Pleochroismus der Stäbchen mit dem des Hypersthens übereinstimme und er dieselben stets als gerade auslöschend befand, wobei er die früheren Angaben über schiefe Auslöschung zu berichtigen versucht; ferner weil die Gruppierung der Stäbchen innerhalb der Hornblende mit den Verwachsungsregeln des Pyroxens übereinstimme, auch sonst schon eine Umwandlung von Hornblende in Hypersthen bekannt geworden sei.

Im vorliegenden Falle können die Stäbchen schon wegen ihrer geringen Pellucidität wohl nicht als Hypersthen oder Glimmer gelten. Alle Wahrnehmungen geleiten darauf, den Versuch zu machen, sie als Titaneisen zu deuten, worauf sowohl die gerade Auslöschung als der mit dem des Titaneisens völlig übereinstimmende Pleochroismus, als der Zusammenhang mit den Blättchen verweisen würde; auch läßt die violettliche Farbe der begleitenden Augite, durchaus verschieden von der braungelben der basaltischen, einen Titansäuregehalt vermuten. Eine reine Isolierung der Nädelchen ist zwar hier, wie in allen früheren Fällen, wo sie zur Beobachtung gelangten, mechanisch und chemisch unmöglich. Aber in der Tat ergab die feinst gepulverte Hornblende sowohl in der Phosphorsalzperle als nach der Behandlung mit Schwefelsäure und dem Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd die allerdeutlichste Titansäure-Reaktion.

Was die im Schnitt bräunliche Hornblende selbst anbetrifft, so zeigt sie im Gegensatz zu der sonstigen sog. basaltischen einen, auch schon von van Werveke und Hyland beobachteten auffallend schwachen Pleochroismus: die parallel der Vertikalaxe und die senkrecht dazu schwingenden Strahlen sind nur ganz wenig von einander verschieden; immerhin scheint aber aus einer Vergleichung verschiedener Schnittrichtungen hervorzugehen, daß auch hier das Schema $c > b > a$, nur mit sehr geringfügigen Differenzen gilt. An feinsten Glaseinschlüssen mit Libellen ist die Hornblende überreich.

Glimmermassen.

Von der Beteiligung des Magnesiaglimmers an den Olivinknollen war schon S. 118 die Rede. Glimmer bildet aber auch für sich selbständige, mitunter umfangreiche Partien, die namentlich wieder vom Finkenberg, auch vom Lühnsberg bei Muffendorf

bekannt sind, in der Regel von einer Calcitzone umsäumt. Dieselben werden von BLEIBTREU nicht erwähnt, auch RINNE scheint sie in den Weser- (Werra- und Fulda-) Gebieten nicht beobachtet zu haben; LACROIX führt sie weder in seiner enallogenen noch in der homöogenen Gruppe der Einschlüsse auf. In ihnen gewährt das Mineral einen recht verschiedenen Anblick. Es ist bald normaler Biotit, mit seinem richtigen Glanz, von dunkelbraunschwarzer Farbe, dessen etwas verworrene Lamellen ganz allein Massen bis zur Größe einer halben Faust zusammensetzen; vielleicht liegt in ihnen dasjenige vor, was POHLIG (Niederrhein. Gesellsch. 1887. 168) als „Fragmente eines unzweifelhaften archäischen Schiefers, eines ausgezeichneten schwarzen Schuppenglimmerschiefers" aus dem Finkenberg bezeichnet.

Sehr dünne Spaltblättchen zeigen ein Axenbild mit äußerst kleinem Axenwinkel und die Hyperbeln gehen kaum auseinander. Die Divergenz zwischen Spaltrissen und Auslöschungsrichtung muß ganz minimal sein, da sie nicht konstatiert werden kann; deshalb ist Zwillingsbildung durch Dunkelstellung bei gekreuzten Nicols nicht zu erkennen, es weist aber auch keine andere Erscheinung auf ihr Vorhandensein hin. Das Licht wird parallel a mit hellstrohgelber Farbe durchgelassen, parallel b und c recht stark absorbiert. Die kreuz und quer verwobenen Glimmeraggregate besitzen insofern bisweilen eine etwas porphyrartige Struktur, als in den Präparaten große reichlamellierte rechteckige Vertikalschnitte und ebenfalls große basische Schnitte ein Haufwerk von viel kleineren Individuen zwischen sich lassen.

Neben diesem normalen Biotit beteiligt sich nun an den Einschlüssen eine mit ihm durch Übergänge in Verbindung stehende andere eigentümliche glimmerige Substanz, welche, wo sie von ihm am meisten abweicht, minder leicht spaltbar, matt und glanzlos, trübe ist, dabei schmutzig gelblichbraune Farbe besitzt und mitunter fast dicht erscheint. Es gibt viele Einschlüsse, welche lediglich aus dieser letzteren Abart bestehen, die im folgenden als der trübe Glimmer bezeichnet werden soll. Bisweilen bildet sie einen Rand um Partien von schwarzem glänzendem und stark blättrigem Biotit und auch das Umgekehrte kommt, allerdings sehr selten, vor. Zu ermitteln, worin die Ursache der Trübheit und Glanzlosigkeit besteht, war eine der Hauptschwierigkeiten, die sich im Laufe sämtlicher Untersuchungen darboten. BLEIBTREU,

welcher diesen Glimmer als makroskopischen Gemengteil von Olivinknollen kannte, vermochte 1883 nicht zu bestimmen, welche Bewandtnis es mit seiner „feinkörnig" gewordenen Beschaffenheit habe (540).

Bei denjenigen Glimmereinschlüssen, bei denen der Glanzverlust nur im geringen Maße Platz gegriffen hat, ist in den Präparaten über das, was ihn bedingt, meist nicht viel Genaues zu erkennen. Bei den schief auf die Lamellierung getroffenen Blättern beschränkt sich das matte Getrübtsein vielfach auf einzelne ganz schmale parallele Streifen, die nur wie ein feiner dunkler Strich erscheinen, streckenweise absetzen und dann wieder eintreten. Zwischen ihnen liegen dann noch ganz klare breitere Glimmerstriemen mit ihrem typischen Pleochroismus. Wenn auch die Trübung überhand nimmt, so bleibt doch der Verlauf der Lamellierung noch immer markiert erhalten. Von den unpleochroitischen Glimmerquerschnitten erscheint ein Teil ganz klar, ein anderer mehr getrübt, und es liegt nahe anzunehmen, daß in jenen die klareren, in diesen die getrübten Lamellen getroffen vorliegen. Schnitte, welche wenig schief auf der Lamellierung stehen, sind so auf der einen Seite klar, auf der anderen getrübt. Worauf nun aber dieses letztere zurückzuführen, darüber läßt sich in solchen Fällen nichts anderes aussagen, als daß im normalen Glimmer ganz außerordentlich feine staubähnliche Körperchen, körnelig oder kurzkeulig, liegen. Diese Partikelchen treten in den zwischen gekreuzten Nicols dunkeln Glimmerquerschnitten mit Aggregatpolarisation hervor, und hier scheint es manchmal, als ob ihre Verteilung in drei Richtungen mit Winkeln von ca 120° vordringt. Die mineralische Natur dieses Staubes ist indessen bei stärkster Vergrößerung nicht zu erkennen.

Bessere Aufklärung bieten die Einschlüsse ganz matt und glanzlos gewordenen Glimmers. Aber hier hat die Untersuchung ergeben, daß das veränderte Aussehen in den einzelnen Vorkommnissen auf zweierlei verschiedene Ursachen zurückzuführen ist, nämlich auf einen Umsatz zur Hauptsache in Augitkörnchen und andererseits einen solchen in neu gebildete Biotitflitterchen. Immer zeigt jedoch das, was früher einheitlicher Biotit war, in den Präparaten noch sehr deutlich den Gegensatz von vertikalen und basischen Schnitten, indem in den ersteren die alte Lamellierung auch jetzt noch durch eine Abwechslung von etwas abweichend

beschaffenen Streifchen angezeigt ist. Der ursprüngliche Pleochroismus ist natürlich ganz verloren gegangen.

Daß die sehr feinen, bisweilen aber auch etwas dickeren, rundlichen und eckigen Körnchen, von blaßbräunlichgelber Farbe und lebhaft polarisierend, welche hier den Glimmer ersetzen, dem Augit angehören, ist an günstigen und klareren Stellen nicht zweifelhaft; mitunter sind ihnen auch erkennbare rötlichbraune und vielfach sechsseitig begrenzte Schüppchen von neu entstandenem Biotit beigemengt. Die parallele Streifung ihres Komplexes scheint durch die reihenweise Abwechslung von verhältnismäßig zarteren und gröberen Körnchen bedingt zu werden. Hin und wieder erblickt man ferner zwischen den Augitkörnchen violettliche Oktaëderchen von Spinell. An den dünnsten Stellen des Präparatrandes wurde einigemal ein farbloser, ganz schwach polarisierender Untergrund bemerkt, der zwischen gekreuzten Nicols eine Farbe gab, etwa zu vergleichen der einer ganz dünnen Nephelinschicht. Einmal zeigte sich in dem etwas lockeren Aggregat noch ein unbekanntes Mineral in spärlicher Menge, gedrungene Leisten mit dachähnlicher Zuspitzung, ganz blaßbräunlich pellucid und äußerst schwach lichtbrechend, ohne ersichtliche Reaktion auf das Gipsblättchen, jedenfalls weder Augit noch Biotit.

In anderen Einschlüssen, an denen sich „trüber Glimmer", wie es scheint, von etwas dunklerer Farbe beteiligt, ist eine abweichende Veränderung eingetreten. Die ehemaligen Glimmer bestehen nämlich fast lediglich aus einem Aggregat allerkleinster, bei starker Vergrößerung sehr gut erkennbarer Glimmerblättchen, welche streng parallel und zwar in Übereinstimmung mit den ursprünglichen größeren Blättern orientiert sind. Deshalb sieht man in den Vertikalschnitten der letzteren alle die unzähligen dicht nebeneinander gereihten stäbchenähnlichen Durchschnitte der minimalen Blättchen, und ihre ganze Versammlung zeigt den in solcher Stellung erforderlichen Pleochroismus: die Scharen werden dunkelgelb, wenn der a. o. Strahl des Polarisators parallel der Erstreckung der Leistchen, blaßgelb, wenn er senkrecht zu letzterer schwingt. In den horizontal liegenden ehemaligen Glimmerblättern zeigt sich statt dieser Stäbchen ein Gewimmel unpleochroitischer winziger Flitterchen. Es ist kein Zweifel, daß hier eine Umsetzung kompakten Biotits in ein Biotitaggregat unter Erhaltung der Form stattgefunden hat. Zwischen den Blättchen tritt, wo sie

nicht allzu dicht liegen, eine farblose ganz isotrope Substanz (Glas?) hervor und an solchen Stellen erblitzen bei gekreuzten Nicols die schiefstehenden Lamellchen flimmernd auf kohlschwarzem Untergrund. Außerdem aber liegt in diesen Aggregaten örtlich in wechselnder Menge noch Augit, dessen blasse rundliche Körnchen sehr gut gegen die flachen Blättchen abstechen. Bei beiden Ersetzungen des Biotits durch Augit und Biotit entwickeln sich auch spärliche Nädelchen, mit derselben Farbe durchscheinend, wie die Titaneisengebilde in den Basalten; mit ihnen stehen trichitenähnliche gekrümmte Härchen oder längere dunkle Fäden in Verbindung, welche wahrscheinlich ebenfalls dem Titaneisen angehören.

Daß diese Umsetzungen des Biotits in Augit oder in Glimmer, wobei bald der eine bald der andere vorwaltet, nicht auf nassem Wege erfolgt sind, versteht sich von selbst, und man wird sie nur mit der Einwirkung des Magmas in Verbindung bringen können; von jeher hat der Glimmer als das allersensibelste Silikat gegolten, und es kann nicht auffallen, daß er Veränderungen erfährt, wenn andere Mineralien nicht davon betroffen werden.[1])

Außer den reinen Partien von normalem Biotit oder von „trübem" Glimmer kommen am Finkenberg als Einschlüsse noch vor:

Aggregate von vorwaltendem, hauptsächlich wohlerhaltenem Biotit mit bis 3 mm großen Olivinen; letztere, oft etwas carbonatisiert, sind nicht sonderlich regelmäßig ausgebildet, greifen aber doch stets in die Glimmerblätter hinein, so daß sie hier das erste Ausscheidungsprodukt darstellen. Massen dieser Art sind unter den Gesteinen wohl nicht bekannt. — In solchen Einschlüssen von vorwiegendem Glimmer und Olivin finden sich ferner schwarze Picotitpartien, bis über 1 cm groß, ganz irregulär be-

1) Die Umsetzung des Biotits in Augit ist mehrfach konstatiert worden. Busz erwähnt als Neubildungsprodukte aus dem Biotit der Lava vom Firmerich bei Daun und vom Errensberg in der Eifel außer Magnetit und Augit auch Glimmer (Verh. naturh. Vereins Rh. u. W., Bonn 1885. 425. 428). M. Clements beobachtete in ähnlicher Weise, daß an den durch magmatische Einwirkung eingebuchteten Biotiträndern ein Saum von dunklerem Glimmer neu gebildet saß, ein Aggregat sehr kleiner Blättchen, welche anscheinend mit dem ursprünglichen Glimmer parallel gestellt waren (Langenauer Berg im Duppauer Gebirge, Jahrb. k. k. geol. R.-Anst. XL. 1890. 336). Lacroix berichtet von einer Veränderung in Spinellide unter Reproduktion feiner Biotitblättchen; wenn er aber (85) auch eine solche in reinen Spinell angibt, so darf man fragen, wo dabei die SiO^2 des Biotits bleibt.

grenzt und schwach schmutzig grün durchscheinend. Hier wird aber auch bemerkt, daß die drei Mineralien Glimmer, Picotit und Olivin sich gegenseitig umschließen; Glimmer, der jedenfalls am besten automorphe Gemengteil, sitzt im Innern des Picotits und des Olivins, Olivin und Picotitkörnchen in (nicht nur zwischen) den Glimmerblättern u. s. w., so daß eine Reihenfolge der Festwerdung nicht zu konstruieren ist. — Ein solcher Einschluß war umgeben zunächst von einer ganz dünnen Zone warzigen Carbonats, darauf folgt nach außen eine schmale Basaltzone, die mit der Carbonatrinde im Präparat schon als ein heller Rand erscheint. Von dem normalen relativ glimmerreichen Basalt, in welchen sie nach außen rasch übergeht, unterscheidet sie sich durch: reichliches Dasein farbloser bis blaßgelblicher ganz isotroper Glasbasis, scharf ausgebildete etwas violettliche Augitkristalle, z. T. mit ideal schönem Sanduhrbau, durch eine Menge von trichitischen Titaneisenstäbchen, kreuz und quer gelagert, sehr dünne lange Apatitnadeln; die größeren Feldspate sind hier anscheinend monoklin.

Faustgroße Aggregate matter glanzloser Glimmer mit gewissermaßen eingeklemmten, bis 2 mm langen leuchtend grasgrünen diopsidartigen Pyroxenen, in den Querschnitten sehr scharf achteckig begrenzt; in einem derselben lag in der Mitte eine rundliche Basaltpartie. Die Pyroxene sind häufig von dem Glimmer durch eine ca an dem dritten Teil des Umfangs verlaufende Calcitschale getrennt. Auch haben sich Glimmereinschlüsse mit schwarzem Augit gefunden.

Außerdem liegen in den Glimmeraggregaten dieser Art kleine Sillimanite mit ihren charakteristischen Querschnitten, ganz rundum von einem Carbonatring umzogen. — Weiterhin sind noch bekannt geworden ein trübes Glimmeraggregat, mit pfefferkorngroßen Körnern sog. schlackigen titanhaltigen Magneteisens durchsprenkelt, sowie ein innen aus normalem Biotit, außen aus etwas dichtem und mattem Glimmer bestehender Einschluß, darin ein 1 mm großer hellrot funkelnder Zirkon.

Sollte es noch zweifelhaft sein, daß in den Glimmeraggregaten, die so manche für Ausscheidungen charakteristische Mineralien führen, selbst Ausscheidungen vorliegen, so sprechen folgende Wahrnehmungen zu Gunsten der letzteren Auffassung: Zunächst die zonenweise Verteilung der zugemengten Mineralien; so gibt es Einschlüsse, deren innerer Hauptteil aus vorwiegendem dunklen

blätterigen Glimmer besteht, regelmäßig jedoch spärlich durchwachsen von intensiv grünen Diopsidkörnern; am Rande aber, wenn auch nicht ganz allseitig herum, jedoch auf lange peripherische Strecken hin, verdrängt der Diopsid den Glimmer in hohem Grade. Eine äußere Umwandlung wird man hierin nicht erblicken können, nach dem Aufbau des Einschlusses kann ein fremdes Gesteinsfragment nicht vorliegen. Sodann die Umrindungen durch Glimmer; vom Ölberg stammt ein 5 cm langer Einschluß, größtenteils normales Olivinknollen-Material, an dessen Ende aber ganz reiner Glimmer sitzt, wahrscheinlich das Fragment eines von Glimmer überkrustet gewesenen Olivinknollens. Viel deutlicher jedoch zeigen dies noch Olivinknollen des Finkenbergs, welche von einer durchschnittlich 1 cm breiten Zone makroskopisch fast dichten bräunlichen Glimmers (u. d. M. umgesetzt in Biotitblättchen), bisweilen auch von einer solchen normalen blätterigen Biotits rund herum umgeben sind. Der Knollen selbst ist auch wieder in sich gegliedert: im Innern besteht er aus ziemlich automorphem Olivin (vielfach unter Erhaltung von Kernen verändert in Carbonat und Opal) sowie Diopsid; darum legt sich nach außen eine durch Übergänge verbundene Zone von Diopsidkörnern, fast ohne jeden Olivin. Darauf folgt die peripherische Glimmerrinde mit etlichen Diopsiden. Die wechselnde Aggregation nebst ihrer Verteilung verweist auf den gemeinsamen, nur als Ausscheidung zu denkenden Ursprung aller dreier Materialien, des Olivinknollens mit seiner Diopsidzone und seiner Glimmerkruste.

Granatreiche und wollastonitreiche Aggregate.

Granat in rheinischen Basalten mußte bisher als ganz außerordentliche Seltenheit gelten. Als einziges literarisches Citat liegt die Angabe von Kloos vor, daß im Basalt des Ölbergs kleine rote Granaten vorkommen, an deren Natur wegen der deutlichen Kristallform kein Zweifel sein könne.[1]) Wenn dies isolierte Granatindividuen gewesen zu sein scheinen, so sind in den letzteren Jahren am Finkenberg ganz ausgezeichnete und umfangreiche körnige Einschlüsse vorgekommen, die zum größten Teil aus Granat, da-

1) XI. Jahresber. d. Ver. f. Naturw. zu Braunschweig; Angabe entnommen aus N. Jahrb. f. Miner. 1900. I. 197. — Die Kombination P. ∞P∞ des Zirkons gleicht oft täuschend ∞O des Granats.

neben vorwiegend aus Augit bestehen[1]); die überraschende Mannigfaltigkeit der dortigen Einschlüsse ist dadurch um ein neues Glied vermehrt worden. Die sehr granatreichen Massen bilden meist heller oder dunkler fleischfarbige bis bräunlich-rötliche Partien, in größeren Knollen tritt makroskopisch Augit hervor. Von den unter einander einigermaßen abweichenden Vorkommnissen mögen folgende etwas näher erläutert werden:

Einschlüsse bestehend zu $^2/_3$ aus frischem Granat; letzterer wird im Schliff blaßbräunlichgelb, ist irregulär zersprungen, ohne jede Spur von Doppelbrechung und führt in sich kleine Gasporen und schwarzen Erzstaub. Viele der größeren Individuen (bis 3 mm im Durchmesser) sind unregelmäßig begrenzt, wo selbständige Konturen auftreten, weisen sie auf Ikositetraëder hin; stellenweise erscheinen Aggregationen viel kleinerer Körnchen, die dadurch von einander abgegrenzt sind, daß sie alle ein zentrales Häufchen winziger unbestimmbarer Interpositionen enthalten. Neben dem Granat liegen ganz blaßgrüne frische monokline Augitschnitte, auch tadellose hübsch verzwillingte Querschnitte. Diese größeren Augitindividuen werden vielfach von einem Kranz etwas dunkler grüner Augitkörnchen umgeben, welche aber nichts aegirinartiges an sich haben und auch schwarmähnlich zwischen den größeren Granaten verteilt auftreten. Von anderen Mineralien erscheinen noch ganz vereinzelte farblose Quarze, bisweilen mit der Loupe erkennbar, Apatite mit blaßviolettem Rand; ferner, hier nur spärlich, aber in anderen Granataggregaten viel reichlicher, ein graulichbräunlicher Gemengteil mit rauher Oberfläche und dunklem Rand, meist in kleinen langgestreckten elliptischen Schnitten, an den Enden zugespitzt, mit stumpfen Polarisationsfarben; der Pleochroismus ist ziemlich deutlich: blaßbraun, wenn die Längsaxe senkrecht auf dem Nicolhauptschnitt steht, fleischfarbig gelblich, wenn beide parallel gehen. Nähere Aufschlüsse über die Natur dieses Minerals, welches als Orthit gelten muß, bietet sein Vorkommen in den Feldspatmassen (s. diese). Carbonat ist zugegen sowohl auf Spältchen, von denen die Granaten durchzogen werden, als auch in der Form kleiner irregulärer Partien im Gesteinsgewebe; an letzterer Stelle scheint es eine sekundäre Infiltration in Drusenräumchen zu sein,

1) Von O. BECKER wurden dieselben als Zusammenhäufungen von fleischfarbenem oder zersetztem Zirkon gehalten.

auf deren Wandungen die Granaten mehr oder weniger auskristallisiert waren.

In anderen Einschlüssen halten sich blaßbräunlicher Granat und grüner Augit beinahe das Gleichgewicht. Derartige Massen, abermals mit Apatit und Orthit, führen auch wohl Feldspat, u. d. M. zum Teil als Karlsbader Zwillinge. — Mitunter ist aber auch der Pyroxen etwas abweichend beschaffen und dies scheint namentlich der Fall, wenn in einem und demselben Einschluß bald er, bald der Granat örtlich sehr stark, selbst fast bis zur Ausschließlichkeit vorwaltet. Der Pyroxen liefert hier sehr lichte, nahezu farblose Schnitte, welche recht stark faserig geworden sind, so daß in den vertikalen partienweise ein Anblick wie Bastit erscheint, auch folgt kurze Faserung einer Querabsonderung. Doch zeigen die dazwischen frisch gebliebenen Stellen größtenteils bedeutende Schiefe der Auslöschung, und an der monoklinen Natur kann kein Zweifel sein; auch sind die kräftigen Polarisationsfarben diejenigen des monoklinen, nicht des rhombischen Pyroxens. Die idealen, scharf nahezu quadratisch zerspaltenen Querschnitte, an denen die vertikalen Pinakoide fast allein auftreten, sind schön verzwillingt. Solche malakolithartigen Pyroxene liegen auch im Granat, das Umgekehrte wurde nicht beobachtet. Etwas Quarz tritt gleichfalls in dieser Abart auf. Der angrenzende Basalt pflegt ganz normal zu sein, nur verläuft an seiner Grenze ein wohl zu ihm selbst gehöriges Säumchen von grünlichen Augitkörnchen; daran stoßen aber unmittelbar die großen, nicht im mindesten „angegriffenen“ Pyroxene und Granaten des Einschlusses.

Bei einem dieser augitführenden Granateinschlüsse wurde eine eigentümliche Struktur bemerkt. Im Präparat fallen zuerst bis 0,8 cm große blaßbräunliche Granaten auf, absolut isotrop, ohne deutliche Kristallisation; interponiert sind feine Gasporen, auch wohl Glaskörnchen und undefinierbare schwarze Partikelchen. Makroskopisch sichtbar liegen darin, mit hübschem Farbengegensatz, seegrüne monokline Augitschnitte, bis 1,1 mm groß eingeschlossen, ebenfalls reich an Interpositionen. Die Grenze zwischen dem Basalt und den großen Granaten ist außerordentlich scharf, und die einzige Kontakterscheinung besteht darin, daß ersterer auf die kurze Entfernung von nur ca 0,01 mm selbst im dünnsten Schliff ganz impellucid, jedoch mit einer Art von Faserung ver-

sehen aussieht, die senkrecht auf der Grenze steht. Aber um die großen Granaten, sowohl rings um diejenigen, welche an den Basalt grenzen, als um die im Innern des Einschlusses auftretenden, verläuft im Präparat ein Ring basaltischer Masse, in welchem auch winzige rundum ausgebildete Granat-Ikositetraëderchen, innen bräunlich, außen farblos auftreten. — Was nun die zwischen den so umrandeten großen Granaten liegende übrige Masse des Einschlusses betrifft, so ist sie ein von einzelnen größeren grünlichen Augiten durchsetztes Aggregat fast farbloser ganz kleiner Granaten. Die sehr reichlichen, bei schwacher Vergrößerung staubähnlichen Interpositionen, namentlich in deren Zentrum, lösen sich bei starker in überaus deutliche bläschenführende Einschlüsse bräunlichen Glases auf. Dies Aggregat der kleinen lichten Granaten ist von pulverigem Carbonat durchzogen. Es enthält außer jenen Augiten noch viele relativ dickere bräunliche Körner des Orthits (darunter auch einen Zwilling) und eine große Menge ganz winziger Körnchen dieses Minerals, welche, dünner als das Präparat und nicht angeschnitten, in Folge ihrer dunklen Umrandung ganz schwarz und impellucid erscheinen. Außerdem bemerkt man noch Apatit und an einer Stelle faserigen Wollastonit.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft der granathaltigen Einschlüsse besteht noch darin, daß in manchen derselben der Granat an der Peripherie augenfällig entschieden reichlicher ist, als im Innern.

Werden diese Einschlüsse, die wesentlich Granat und einen monoklinen Pyroxen halten, welcher dem in Olivinknollen und verwandten Aggregaten nahe steht, an sich betrachtet, so würde man für sie wohl nicht auf die Ansicht gelangen, daß dieselben Bruchstücke von unterirdischen Kalksteinen seien, die innerhalb des Basalts kontaktmetamorphische Veränderung erlitten hätten. Der in ihnen vorhandene Gehalt an Kalkcarbonat kehrt auch in zahlreichen anderen Einschlußgemengen wieder, die einer solchen Deutung aber nicht unterliegen können. Gegen eine solche Annahme und für ihre Ausscheidungsnatur würde gleichfalls sprechen: der Nachweis von Granat in aller Wahrscheinlichkeit nach endogenen feldspathaltigen Augitmassen; der Gehalt dieser granatreichen Einschlüsse an Orthit, der ebenso in den endogenen Augitaggregaten und Feldspataggregaten auftritt und alle diese

verschiedenartigen Mineralgemenge mit einander verbindet; das Dasein von Glaseinschlüssen in den Granaten; das S. 143 erwähnte, von Kloos beobachtete Vorkommen von kleinen roten Granat kristallen im Basalt. Eine förmliche Beweiskraft aber für das tatsächliche Ausgeschiedensein des Granats aus dem Basalt dürfte jenen, bisher noch nicht erwähnten merkwürdigen Stücken vom Finkenberg innewohnen, bei denen ein augitführendes, etwas streifiges Quarzfeldspataggregat von einer körnigen Granatkruste scharf umrindet und die Annahme, daß es sich um ein peripherisches Umwandlungsprodukt handelt, ausgeschlossen ist.

Nun könnte man aber an dieser Beurteilung dennoch vielleicht wieder irre werden durch das Auftreten wollastonitführender Granateinschlüsse, deren im Vorhergehenden noch nicht gedacht worden; sie müssen im Anschluß an die wollastonitfreien behandelt werden, indem sie beide zusammengehören, wie immer ihr Ursprung sei. Vorher ist aber noch das Dasein selbständiger Wollastonitpartien zu erwähnen.

Wollastonit ist aus den rheinischen Basalten bisher nicht bekannt geworden, weder als selbständige Knollen, noch als Gemengteil anderer Einschlüsse. Im Basalt des Ölbergs kommen aber über centimetergroße, ganz vorwiegend aus Wollastonit bestehende Aggregate vor; im Finkenberg scheinen ähnliche noch nicht gefunden zu sein. Makroskopisch erscheinen sie als eine etwas verworrene Zusammenhäufung kleiner schmal leistenförmiger und stark glänzender farbloser bis weißer Individuen mit longitudinal verlaufenden Spaltrissen. In den Präparaten zeigen sich vorwaltend die nach der Orthodiagonale verlängerten, von zwei parallelen Randlinien begrenzten Durchschnittsformen, reichlich durchzogen von einem einzigen System paralleler Längsrisse. Die Schnitte aus der orthodiagonalen Zone mit gerader Auslöschung erweisen im konvergenten Licht durch die Axen- und Bisektrix-Austritte, daß die optische Axenebene senkrecht zur Längsrichtung und Spaltbarkeit im Klinopinakoid {010} liegt; charakteristisch ist, daß parallel der optischen Axenebene die Interferenzfarben erheblich intensiver sind, als senkrecht zu derselben. Abgerundete vertikale Querschnitte sind sehr selten und trübe. In Schnitten aus der orthodiagonalen Zone wird wohl eine Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ {100} an der verschiedenen Interferenzfarbe der zusammensetzenden Individuen erkannt. Für die weitere Identifizierung

des Wollastonits gelangten Vorkommnisse vom Capo di Bove, Oravicza, Auerbach u. a. O. zur Vergleichung. Das Mineral gelatiniert außerordentlich stark mit heißer Salzsäure. Während hier der Wollastonit durchgängig recht frisch ist, zeigt er namentlich in seiner Verbindung mit Granat sehr häufig eine von seinen Längsrissen ausgehende streifige Trübung, wobei dann wohl nur noch einzelne klar gebliebene Stellen hervorscheinen; die trüben Stellen entwickeln Kohlensäure in der Berührung mit Salzsäure.

In diesen Wollastoniteinschlüssen findet sich neben dem Mineral auch etwas recht frischer, optisch unschwer davon zu unterscheidender Orthoklas. — An der Grenze gegen den Einschluß ist der sonst recht plagioklasreiche und relativ grob struierte Basalt als bloßes Augitaggregat ausgebildet, ohne Plagioklas, Olivin oder Magnetit. Diese Augitzone zeigt eigentümliche Farbengegensätze: zuerst entwickelt sich aus dem Basalt ein Aggregat von noch echt basaltischen Augiten, blaßbräunlich und kaum pleochroitisch; nach dem Kontakt zu aber werden die dichtgedrängten Individuen auffallend immer mehr grün, und im direkten Kontakt ist eine ziemlich breite Zone nur der letzteren vorhanden; sie sind ziemlich stark pleochroitisch, gelblichgrün, wenn ihre Vertikalaxe mit dem Nicolhauptschnitt zusammenfällt, rein grün, wenn beide senkrecht stehen. Grüne Augite genau dieser Art liegen auch zwischen den Wollastoniten des Einschlusses, wodurch dessen Ausscheidung aus dem Basaltmagma wahrscheinlich wird.

Außerdem spielt nun aber der Wollastonit noch eine hervorragende Rolle in Verbindung insbesondere mit Granat. Derartige Einschlüsse, welche namentlich der Finkenberg geliefert hat, stellen (in Folge der Trübung des Wollastonits) vielfach sehr fein verworren strahlige oder selbst fast dicht erscheinende lichtgrauliche Massen mit rundlichen Granatflecken dar (von O. BECKER, 71, für Feldspat mit Zirkon gehalten), hin und wieder mit einem stecknadelkopfgroßen grasgrünen Augitkorn oder einem braunschwarzen harzglänzenden kleinen Orthit, in ganz seltenen Fällen auch mit einem Quarzkorn. An ihnen, die untereinander recht ähnlich sind, beteiligt sich eine größere Schar von Mineralien; u. d. M. werden im allgemeinen erkannt: 1) Granat; derselbe bildet einerseits, die makroskopischen fleischroten Partien ausmachend, rundliche lockere Aggregate kleiner im Schliff fast farbloser Kriställchen,

die sowohl durch ihre zentralen Einschlußhäufchen als durch die Ausfüllung ihrer Interstizien mit dichtem kohlensaurem Kalk von einander abgegrenzt werden. Die einzelnen isotropen Individuen sind zwar meist abgerundet aber doch auch so oft im Durchschnitt achteckig, daß sie wohl als Ikositetraëder zu gelten haben, die Inklusionen ergeben sich sehr häufig als zierliche blaßbräunliche Glaspartikel mit dunklem Bläschen. Andererseits bilden die Granaten größere einheitliche, im Schnitt rundliche und blaßgelbliche Individuen, welche aber zum Teil unter ziemlicher Erhaltung ihrer Umrisse längs der Sprünge in feines Kalkcarbonat umgewandelt sind, in dessen bei gekreuzten Nicols blitzender Masse die isotropen Granatüberreste deutlich eingebettet liegen. 2) Wollastonit, in der geschilderten Beschaffenheit, hier aber ebenfalls vielfach in Kalkcarbonat parallelfaserig zersetzt, doch in der Mitte mit noch frischen Stellen. 3) Zu diesen beiden Hauptgemengteilen gesellt sich manchmal nicht wenig monokliner Pyroxen, in den Schnitten bald diopsidartig grün, bald durch verschiedene Übergänge ins fast Farblose verlaufend, mit ausgezeichnet scharfen Querschnitten; ganz kleine grüne Körnchen desselben sind wohl auch zu selbständigen Häufchen versammelt. 4) Längsschnitte und gut begrenzte Querschnitte von Apatit, zumal am Rande bräunlich oder violettlich staubig. 5) Dunkelumrandeter bräunlicher Orthit in kleinen Körnern, keineswegs selten. 6) Titanit, auch als Zwilling. 7) Ganz spärliche Körnchen von Quarz (Feldspat wurde nicht aufgefunden). 8) In großer Menge feinverteilter staubähnlicher kohlensaurer Kalk; Äderchen desselben sind bisweilen etwas spätig entwickelt, mit zarter mikroskopischer rhomboëdrischer Spaltbarkeit. 9) Außerdem ist noch zweifellos Opal in kleinen Partien vorhanden, ganz farblos, völlig isotrop, vielzersprungen, von Calcitgeäder durchzogen. Sein Dasein ist neben dem reichlichen kohlensauren Kalk verständlich, indem bei der Umwandlung der Kalksilikate Granat und Wollastonit in Carbonate die freiwerdende Kieselsäure sich abschied. — Wo in den Präparaten der Basalt anliegt, ist die Grenze bloß markiert durch eine ganz schmale Zone grünlicher Augitkörnchen und -kriställchen, die zum Basalt, nicht zum Einschluß gehören.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob diese vorwiegend aus Granat, Wollastonit und Pyroxen bestehenden Massen etwa — worauf Analogien hinzuweisen scheinen — exogene Fragmente

von durchbrochenen kontaktmetamorphosierten Kalksteinen, oder ob sie den Urausscheidungen zuzuzählen sind. In Vorkommen und Zusammensetzung haben sie eine recht große Analogie mit den aus vorwiegendem Wollastonit (gleichfalls mit etwas grünem Pyroxen) bestehenden Einschlüssen in der Lava vom Capo di Bove, sowie mit den ebenfalls aus Wollastonit, Fassait, Melanit zusammengesetzten, durch v. SEEBACH, HESSENBERG und FOUQUÉ untersuchten Einschlüssen mit Anhydrit in den Santorinlaven von 1866. Allerdings weicht das äußere Ansehen der Stücke vom Capo di Bove ganz ab, indem diese eine spätige Struktur zeigen mit makroskopisch ausgebildeten Wollastonit-Individuen, während am Finkenberg der Wollastonit in den Dünnschliffen erst mit starker Loupe erkennbar ist. Aber in den Santorinlaven scheinen doch neben den deutlich kristallinischen auch ähnlich makroskopisch ziemlich dichte Aggregate der drei Mineralien vorzukommen.[1]) — Die Einschlüsse von Santorin gelten, wie auch die Wollastonit, Pyroxen und Granat haltenden Auswürflinge des Monte Somma als metamorphosierte Kalksteine; für diejenigen vom Capo di Bove ist dies meines Wissens nicht behauptet worden, auch VOM RATH redet hier nur „von fremdartig umhüllten Mineral-Aggregaten".[2]) Die Wollastonit-Aggregate im Phonolith von Oberschaffhausen am Kaiserstuhl werden von VOM RATH[3]) für vulkanische Umbildungen aus Kalkstein gehalten, weil den Prismen etwas Kalkspat zwischengeschaltet ist; abgesehen von der möglichen sekundären Natur des letzteren ist dies aber wohl kaum ein schlagendes Argument für den metamorphischen Charakter, weil hinzugefügt wird, daß der die Aggregate umhüllende Phonolith ebenfalls kleine Wollastonite in seinem Gemenge enthält.

Sollten die in Rede stehenden Einschlüsse in dem rheinischen Basalt mit Granat, Wollastonit, Pyroxen metamorphische Kalksteinfragmente sein, so würden sie in dieser Eigenschaft hier ein völliges Unikum darstellen. In der außerordentlich großen und abwechslungsvollen Schar von verschiedenartigen anderen eingeschlossenen Mineralaggregaten gibt es gar kein einziges, welches sich bezüglich seiner Natur alsdann diesen Dingen an die Seite

1) Der „zweite Typus" bei LACROIX (261); s. auch FOUQUÉ, Santorin et ses éruptions. Paris 1878. 206.

2) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XVIII. 1866. 528.

3) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1874. 521.

stellen ließe. Denn die wollastonitfreien Pyroxen-Granat-Einschlüsse sind, wie S. 146 darzutun versucht wurde, ihrerseits aller Wahrscheinlichkeit nach endogenen Charakters. Schwerlich aber wird man die wollastonithaltigen Massen von den entsprechenden wollastonitfreien genetisch trennen dürfen, in Anbetracht, daß sie beide nicht nur denselben Granat mit Glasinterpositionen führen, sondern weiterhin gleichfalls Pyroxen, Apatit, Quarz, Orthit gemeinsam enthalten. Andererseits sind auch die S. 147 erwähnten fast reinen granatfreien Wollastonit-Einschlüsse vom Ölberg aller Vermutung nach endogener Entstehung.

Für die Deutung als Urausscheidungen und gegen diejenige als metamorphosierte Kalksteine scheint auch noch ins Gewicht zu fallen, daß die granathaltigen Einschlüsse mit und ohne Wollastonit in diesen Gegenden, soweit bekannt, ein gelegentliches Attribut blos des Basalts sind. Wo wie im Siebengebirge und seiner Umgebung Basalte, Trachyte, Andesite auf so engem Raum dicht neben einander versammelt sind, hat man kontaktmetamorphische Einschlüsse solcher oder ähnlicher Art dennoch nie in den vieldurchforschten letzteren beiden Gesteinen gefunden. Nur bei der Annahme, daß innerhalb dieser die betreffenden emporgebrachten Fragmente völlig assimiliert worden seien, könnte daher das Dasein unterirdischer Kalklager füglich supponiert und das Beschränktsein von Abkömmlingen derselben auf den Basalt erklärt werden; daß gerade letzterer ganz allein solche Kalklager durchbrochen haben sollte, ist ebenso unwahrscheinlich. Wenn so bei Erwägung aller Umstände ebenfalls für die wollastonithaltigen Granateinschlüsse die Wahrscheinlichkeit sich zu Gunsten der Ausscheidungsnatur stellen dürfte, so ist auch die Möglichkeit einer Festwerdung des Wollastonits aus Eruptivmagmen mehrfach dargetan worden. Törnebohm bezeichnet ihn im schwedischen Eläolithsyenit von Alnö[1]) als zweifellos primär, da er sich als Einwachsung im Feldspat, Eläolith, Aegirin findet. Nach Machado führt ihn der brasilianische Eläolithsyenit von Poços de Caldas[2]) „eingesprengt in gleichsam schwebenden Krystallen." Für die grobkörnige Nephelinitlava vom Vulkan Dönjo Ngai im Massai-Lande[3]) hält es Mügge „für wahrscheinlicher, daß er wirk-

1) Stockholms Geolog. Fören. Förhandl. VI. 1883. 542.
2) Mineral. u. petrograph. Mitteil. IX. 1888. 339.
3) Neues Jahrb. für Mineral. Beilageb. IV. 1886. 599.

lich wie die anderen Gemengteile eine Ausscheidung der Lava ist, unabhängig von Einschlüssen entstanden, so gut wie der kalkreiche Melanit".

Zirkon.

Die weite Verbreitung isolierter Zirkone in den rheinischen Basalten ist altbekannt; unter den Fundpunkten seien besonders hervorgehoben: Jungfernberg (Juffelenberg) auf dem Plateau ö. von Römlinghoven bei Obercassel, Finkenberg (häufig), Ölberg (noch häufiger), Petersberg (ausgezeichnet), Steinringer Berg oder Harperother Kuppe, ö. von Heisterbacherrott (sehr schön und gut geformt), Gierswiese, Unkelstein, Scheidsberg u. a. — Über Form und äußeres Ansehen dieser isolierten Zirkone könnte nur Bekanntes berichtet werden.

Als Schema für das, was u. d. M. zu erblicken ist, mag ein prachtvolles Präparat von Basalt des Finkenbergs dienen, in welchem ein 12 mm langer, 10 mm breiter Zirkonschnitt mitten inne liegt, von blaßbräunlicher Farbe und kaum bemerkbarem Pleochroismus. Der Zirkon ist ganz frei von jeder relativ größeren Interposition, das einzige, was darin bemerkt wird, sind ganz spärliche dunkle außerordentlich kleine fremde Körperchen, welche auch bei stärkster Vergrößerung und bester Beleuchtung nicht sicher erkennen lassen, ob Gasporen oder glasig-schlackige Partikel vorliegen; liquider Natur sind dieselben jedenfalls nicht. Basalt und Zirkon grenzen zur Hauptsache ganz scharf und sozusagen jeder mit seiner normalen Beschaffenheit aneinander. Nur verläuft zwischen beiden, schon im Präparat mit der Loupe als allerzarteste dunkle Linie erkennbar, ein 0,05 mm breiter Streifen einer Substanz, welche u. d. M. im durchfallenden Licht opak dunkelgrau, im auffallenden weißlich und wie zuckerig-körnig aussieht; sehr wahrscheinlich besteht dieselbe aus feinsten Augitteilchen und gehört somit noch zu dem Basalt, nicht zu dem Zirkon. In dem recht breiten Basaltrand, welcher im Präparat den großen Zirkon umgibt, finden sich keine mikroskopischen Individuen des letzteren. Zirkone von kleineren Dimensionen als sie schon mit bloßem Auge oder der Loupe aufgefunden werden können, scheinen, wie es entsprechend beim Sapphir der Fall, völlig vereinzelt und ohne Nachbarschaft zirkonhaltiger Einschlüsse überhaupt nicht vorzukommen. Wer diese isolierten Zirkone im Basalt unbefangen

betrachtet, wird ihnen schwerlich eine andere Rolle zuschreiben als den aus dem Magma auskristallisierten Augiten und Olivinen. Dennoch hat man sich vielfach vorgestellt, daß dieselben aus eingeschlossenen fremden zirkonhaltigen Gesteinsfragmenten herstammen, welche zur Hauptsache eingeschmolzen seien, während der resistente Zirkon zurückblieb. Dannenberg leitet (57) den Zirkon aus „dem Granit" her (eigentlicher Granit mit so beschaffenen und gefärbten Zirkonen ist indessen wohl kaum bekannt), herausgelöst als widerstandsfähigster Gemengteil (23). Nach Lacroix (117) rühren die roten Zirkone des Finkenbergs wahrscheinlich aus einem groben Feldspatgemenge (Quarzfeldspatmassen kennt er von dort sowie vom Petersberg nicht); auch auf S. 568 bekennt er sich zu dieser Anschauung: „le zircon, le corindon, la sillimanite etc. sont toujours intacts; ils constituent le résidu ultime des enclaves fondues et résorbées."

Nun dürfte zunächst hervorzuheben sein, daß von irgend etwas, was um die isolierten Zirkone abgeschmolzen wäre und ein glasiges oder halbglasiges Produkt gebildet hätte, keine Spur zu entdecken, auch von Dannenberg nicht wahrgenommen ist. Wenn also die Freilegung nicht an einem ganz anderen Orte erfolgt sein sollte, so hätten hier die Zirkone in einer geradezu idealen Reinheit aus den umgebenden, jetzt spurlos verschwundenen Mineralien der supponierten Einschlüsse herauspräpariert worden sein müssen.

Für die in Rede stehende Frage ist es weiterhin von Belang, daß am Finkenberg, wie die neueren Funde erweisen, eine so große Menge silikatischer Einschlüsse gleichmäßig roten Zirkon führt. Massenhaft sitzt er in vielen Feldspataggregaten, nicht minder erscheint er in den Quarzfeldspatmassen, in den Sillimaniten ist er manchmal recht reichlich, selbst in Glimmerknollen sind leuchtend rote Zirkone beobachtet (s. diese). Auch vom Ölberg und aus dem Unkeler Bruch stammen, freilich viel seltener, solche zirkonhaltigen Feldspatmassen mit und ohne Quarz. Wer daher die isolierten Individuen im Basalt als Residuum bei der Einschmelzung exogener Fremdkörper betrachten will, hat jetzt anscheinend Material von wirklich zirkonhaltigen Einschlüssen in Hülle und Fülle zur Verfügung und braucht nicht mehr dessen einstmalige Gegenwart rein vorauszusetzen. Aber gerade der Nachweis von der fast allgemeinen Verbreitung des Zirkons in namentlich den acideren Einschlüssen sollte bedenklich machen, seinen vereinzelten

Kristallen jenen Ursprung zuzuschreiben. Denn es ist mehr als unwahrscheinlich, daß vom Basalt emporgeförderte unterirdische Gesteinsmassen bei aller ihrer sonstigen Verschiedenheit insgesamt durch einen so auffallenden Gehalt an ganz übereinstimmend gefärbtem Zirkon ausgezeichnet gewesen sein sollten. Wenn dieser auch zwar in der Farbe den isolierten Zirkonen gleicht, so spricht doch gegen das Herausgeschmolzensein der letzteren ferner die so vielfach recht scharfe und deutliche kristallographische Begrenzung derselben; denn die Zirkone in den Einschlußmassen erweisen sich umgekehrt ebenso wenig gesetzlich konturiert; außerdem sind auch an ihnen bei weitem niemals so große Dimensionen beobachtet worden, wie sie die isolierten Kristalle gewinnen.

Scheint demnach für die isolierten Zirkone die in Rede stehende Deutung kaum gestützt, ja tatsächlich widerspruchsvoll, so dürfte sich gar keine Schwierigkeit der anderen Annahme entgegenstellen, daß sie Ausscheidungsprodukte sind. In dieser Abhandlung ist wahrscheinlich zu machen getrachtet worden, daß auch jene zirkonführenden Mineralaggregate ihrerseits selbst Urausscheidungen darstellen, und es ist nun leicht zu verstehen, daß, wenn der Gehalt des Basalts an ZrO^2 das Mineral hier in die Zusammensetzung dieser endogenen Massen eingehen liess, derselbe ebenfalls zur Bildung vereinzelter Individuen des Zirkons Veranlassung geben konnte, und umgekehrt. Vielfach werden auch gerade in der Nachbarschaft zirkonhaltiger Feldspateinschlüsse isolierte Kristalle von Zirkon beobachtet.[1]) Wie sollte, darf man fragen, das so reichliche Vorhandensein verschiedenartiger zirkonhaltiger Mineralaggregate in dem Basalt des kleinen Finkenbergs neben den hier so häufigen isolierten Zirkonen anders zu erklären sein, als daß jene Aggregate und diese Individuen ihren gemeinsamen Ursprung aus dem Basalt selbst genommen haben.

---

1) J. LEHMANN (10) beschreibt aus dem Basalt von Unkel, wie ein hauptsächlich aus Oligoklas bestehender Einschluß in großer Menge kleine dunkelrote Zirkone enthält und nun dicht neben dem Einschluß ein von diesen letzteren nicht zu unterscheidender isolierter Zirkon liegt. Er argumentiert: Da jener Feldspat keine Ausscheidung ist, so kann auch der isolierte Zirkon nur ein Fremdkörper sein. Ich möchte die Folgerung gerade umgekehrt gestalten: Da der zirkonführende Feldspat eine Ausscheidung ist, so muß auch der isolierte Zirkon eine solche sein.

Sapphir.

Das Vorkommen des Sapphirs in den rheinischen Basalten zeigt insofern manche Analogie mit dem des Zirkons, als er einerseits isolierte Individuen bildet, andererseits, wie neuerlich besser bekannt geworden, in verschiedenen selbständigen silikatischen Einschlüssen als integrierender Gemengteil auftritt, in den Feldspataggregaten, den Quarzfeldspataggregaten und den Sillimanitpartien, alles relativ an Al^2O^3 reichen Massen. Als Fundpunkte schöner Kristalle seien genannt: Ölberg, Jungfernberg, Papelsberg, Weilberg, Steinringer Berg, Kuxenberg (ö. von Heisterbacherrott), Unkeler Bruch, Minderberg. Die Form scheint meist die Kombination $0R\{0001\} \cdot \infty P2\{11\bar{2}0\}$ zu sein. Dannenberg erwähnt (25) einen Sapphir vom Ölberg mit einem unregelmäßig begrenzten etwa 2 mm dicken Kern von Magnetkies. In einem schön blauen übererbsendicken Sapphir von da saß rings umschlossen ein lichtgrauer gestreifter Feldspath. — Über die mikroskopische Ausbildungsweise der Sapphire selbst ist den bisherigen Angaben nichts Neues hinzuzufügen. Himmelblau, ganz blaßblau bis farblos, ein bräunliches Gelb sind nicht so selten in demselben Kristallschnitt wolkig-fleckig verteilt; Poren bald recht reichlich, bald spärlicher.

Auch hier ist es bei den isolierten Sapphiren in den beobachteten Fällen normaler Basalt, welcher angrenzt. Einigemal verlief auf der Grenze eine ungemein feine Linie, schwarz im auffallenden und durchfallenden Licht, dabei total impellucid, vermutlich äußerst verdichteter Basalt; unmittelbar daran stößt aber die reine blaue Substanz. Am Rande zeigt sich weder ein Rest abgeschmolzen gewesener Masse, noch eine Einwirkung des Basalts auf den umhüllten Kristall. Insbesondere wurde auch nicht der von Dannenberg (24) angeführte „graublaue bis hellviolette schmale dunkle Saum“ beobachtet, welcher zwar zum Sapphir selbst gehöre, aber sich als isotrop erweise und (in schwer verständlicher Weise) als Einwirkung des Magmas auf den Einschluß betrachtet wird. Mit Recht sagt Lacroix (568): „Le corindon est toujours intact“. Ganz vereinzelte Sapphire von bloß mikroskopischen Dimensionen werden auch hier vermißt. Präparate sapphirhaltiger Feldspatmassen liegen aber vom Finkenberg vor, bei denen von den blauen Körnern ein großes, welches gerade am Rande des Einschlusses etwas vorsprang, in den umgebenden Basalt hinein

zu einzelnen Fragmenten zerbröckelt war, die jetzt durch schmale Basaltstreifen von dem Einschluß getrennt erscheinen.

Auch für den Sapphir erhebt sich die Frage, ob er ein verschont gebliebenes Residuum aus eingeschmolzenen sapphirhaltigen Einschlüssen oder ein Ausscheidungsprodukt ist. Die Behandlung dieser Alternative hat für die erstere Frage viel Verwandtes mit dem, was für den Zirkon angeführt wurde, macht aber insofern für die zweite eine besondere Erwägung erforderlich, als in dem Mineral reine Tonerde vorliegt.

Die erstere Auffassung wird zur Zeit vielfach geteilt; LACROIX erklärt sich (568) z. B. für diese Überbleibseltheorie und speziell werden granitische Einschlüsse für das Herausgeschmolzensein herangezogen; DANNENBERG möchte „auf kristalline oder metamorphe Schiefergesteine" zurückgehen, POHLIG hauptsächlich auf Glimmerschiefer. Man sieht, wie weit die Spekulation umhergetastet hat. Die Analogie mit Zirkon ist so schlagend, daß das, was bezüglich dieser Anschauung — und zwar zu deren Ungunsten — für letzteren angeführt wurde, ohne weiteres auch für den Sapphir gilt. Zwar sind Einschlüsse mit Gehalt an kleinen Sapphiren in erheblicher Menge im Finkenberg bekannt geworden, aber diese sind sehr wahrscheinlich selbst Ausscheidungen. Man wird sich schwer entschließen können, das Dasein so vieler unterirdischer Mineralgemenge anzunehmen, die alle mit Sapphir (und Zirkon) ausgestattet sein sollten. So große Sapphire, wie sie isoliert vorkommen, sind auch in solchen Aggregaten nicht gefunden worden.[1])

Überdies wird auch dadurch der Herausschmelzungs-Theorie der Boden entzogen, weil bei dieser Annahme die Unschmelzbarkeit an sich mit der Unlöslichkeit im schmelzenden Magma verwechselt wird.[2]) Der Korund ist zwar als solcher unschmelzbar, würde aber von einem basaltischen Magma, welches sich mit Al^2O^3 zu

---

1) Bemerkenswert ist immerhin, daß am Finkenberg viele sapphirhaltige Einschlüsse vorkommen, aber von dort eigentliche ganz isolierte Sapphire den eifrigsten Sammlern nicht bekannt geworden sind. Vom Standpunkt der Ausschmelzungstheorie ist dies schwer zu begreifen. Wenn auch nicht so scharf ausgesprochen, zeigt sich das Umgekehrte am Ölberg: ganz isolierte Sapphire sind recht häufig, sapphirhaltige Einschlüsse nur ganz spärlich gefunden. Für die Ausscheidungstheorie bereiten derartige Kontraste keine Schwierigkeiten.

2) Zeitschr. f. Kristallogr. XXIV. 1895. 285.

sättigen strebt, gerade leicht gelöst werden, wie die Experimente von Morozewicz und Lagorio dargetan haben.

Für die Frage, ob und wie es überhaupt möglich ist, daß Sapphir in den Basalten zur Ausscheidung gelangt, sind vor allem die denkwürdigen experimentellen Studien von Józef Morozewicz[1]) von großem Belang geworden. Der Basalt ist ein mit Tonerde nicht gesättigtes Alumosilikatmagma, welches noch eine gewisse Quantität Al^2O^3 aufnehmen kann, ohne dieselbe in freier Form bei der Kristallisation auszuscheiden. In den mit Al^2O^3 gesättigten Magmen ist das Verhältnis der Basen (K^2O, Na^2O, CaO) zu $Al^2O^3 = 1$, in übersättigten ist das Verhältnis kleiner, in ungesättigten größer als 1. Nur übersättigte Magmen sind fähig, bei der Kristallisation freie Al^2O^3 auszuscheiden, indem bei der Temperaturerniedrigung der Überschuß herausfällt und als Korund kristallisiert. Dies ist aber nur der Fall, wenn das Magma keine großen Mengen von MgO und FeO enthält; sind letztere beiden Stoffe reichlicher vorhanden, so vereinigen sie sich mit einem Teil der Tonerde zu Spinell und bloß der Rest der Tonerde erstarrt zu Korund. Auf die Acidität oder Basicität des Magmas komme es dabei gar nicht an.

Die Kristallisation des Sapphirs aus dem primären Basaltmagma ist demnach, wie Morozewicz mit Recht bemerkt, unmöglich. Um nun zu erklären, wie ein solches mit Al^2O^3 ungesättigtes Magma einen solchen Überschuß von Al^2O^3 gewinnen kann, daß die Ausscheidung der reinen Tonerde oder eines tonerdereichen Silikats (wie etwa Sillimanit) denkbar wird, deutet Morozewicz (77) zwei Wege an, nämlich erstens die Resorption Al^2O^3-reicher Substanzen, die als fremde Einschlüsse in das Magma geraten sind, zweitens eine schlierige Differenzierung des Magmas in chemisch heterogene Partien (welche auch bei dem erstgedachten Vorgang als Folge entstehen würde).

An die Einschmelzung tonerdereicher Fragmente zur Erzeugung von Korund hat man auf anderen Gebieten mehrfach gedacht. Nach L. V. Pirsson[2]) z. B. führt am Yogo Gulch in Montana ein dunkelgraues, vorwiegend aus Biotit und blassem Pyroxen bestehendes gangförmiges basisches Gestein schön kornblumenblaue Sapphire; das Gestein, ursprünglich nicht reich genug

1) Mineral. u. petrogr. Mitteil. XVIII. 1899. 1 ff. Vgl. auch die späteren bestätigenden Angaben von Pratt in Amer. Journ. of sc. (4). VIII. 1899. 227.

2) Amer. Journ. of. sc. (4) IV. 1897. 421.

an Al^2O^3 für Ausscheidung derselben, enthalte viele Kalkstein-Einschlüsse von mikroskopischer Kleinheit bis centimetergroß und habe deshalb auch Fragmente der mächtigen unterlagernden Clayshales aufnehmen müssen, welche in dem schmalen Gang resorbiert wurden und Sapphir lieferten. K. BUSZ[1]) erwähnt, daß sich um Tonschiefereinschlüsse in einer felsitporphyrischen Modifikation des Dartmoor-Granits viele kleine weiße Korundkriställchen angehäuft haben. — Doch mag der Zweifel ausgesprochen werden, ob eine Einschmelzung von Tonschiefer den Al^2O^3-Gehalt auch des Basaltmagmas wirklich bis zur Ausscheidungsfähigkeit von Korund erhöhen kann. Nach den Analysen geht im Tonschiefer (ungeachtet seines Namens) der Al^2O^3-Gehalt nur selten über 20%, beträgt meist nur 14—18%, während er in Basalten durchschnittlich zwischen 15 und 18% liegt, selten auf 12% fällt oder auf 22% steigt. Eine Absorption des von den rheinischen Basalten durchbrochenen devonischen Tonschiefers dürfte also wohl nur wenig Erfolg gehabt haben; tertiärer Ton würde natürlich für den Zweck tauglicher gewesen sein.

M. BAUER glaubt an der allgemeinen Anschauung, daß die Sapphire Resorptionsreste seien, festhalten zu sollen, wenn sich auch „im übrigen die Möglichkeit einer Neubildung von Korundkristallen in einem basaltischen Magma nicht ganz wird leugnen lassen", was nur an ganz besonders tonerdereichen Stellen der Fall sein werde, „vornehmlich da, wo sehr tonerdereiche Mineralien (Feldspat, Sillimanit oder vielleicht eingeschlossener Korund selbst) resorbiert worden sind".[2]) BAUER wird insbesondere veranlaßt, die Frage in jenem Sinne zu beantworten, weil ein Kranz von Spinellkriställchen[3]) nicht selten Korundkörner oder sehr häufig eingeschlossene Feldspatkristalle umlagere; dieser Kranz gilt ihm als Produkt der teilweisen Auflösung des Sapphirs in stark MgO-haltigem Basaltmagma, welches im Kontakt mit Sapphir noch etwas Al^2O^3 aufnahm und so fähig wurde, hier Spinell aus-

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. Beilageb. XIII. 1900. 112. — Vgl. auch J. SZÁDECZKY in Zeitschr. f. Kristallogr. XXXIV. 1901. 709.

2) Neues Jahrb. f. Mineral. 1896. II. 235.

3) Auch v. LASAULX erwähnt (Zeitschr. f. Krist. X. 1885. 350.) um tiefblauen Korund, „der jedenfalls zu den frühesten Ausscheidungen des Magmas zu rechnen ist", eine Spinellzone. Als Fundpunkt wird angegeben der Basalt von Limperich gegenüber Bonn (?).

kristallisieren zu lassen, der sonst dem Basalt fehlt. Gerade weil die MgO-Menge im Magma groß genug sei, um die Entstehung von Spinellen zu veranlassen, würde — in Anbetracht der Regeln von Morozewicz — eine Ausscheidung von Korund in den meisten Basalten nicht erfolgen, selbst wenn das Magma einen dazu genügenden Al^2O^3-Gehalt besäße.

Dem gegenüber möchte zunächst betont werden, daß nach meinen Erfahrungen ein Spinellkranz um Sapphire doch zu den so sehr großen Seltenheiten gehört, daß er kaum in der gedachten Weise gegen die stattgehabte Ausscheidung der reinen Tonerde verwertet werden kann; es ferner auch nicht wahrscheinlich ist, daß bei Gegenwart desselben die Tonerde durch teilweise Auflösung des Sapphirs in dem Magma beschafft worden ist, wenn dieser, wie Bauer annimmt, bei der Resorption benachbarter Mineralien gerade als Rest erhalten bleiben soll. Ein ähnlicher unmittelbarer Verband des Spinells mit einem Al-reichen Mineral, ohne daß der erstere durch Resorption des letzteren entstanden ist, zeigt sich auch beim Sillimanit, dessen inliegender Spinell offenbar mit ihm gleichzeitig kristallisiert ist.

Meiner Erachtung nach besitzt allerdings die Basaltmasse, wie sie jetzt in ihrer Zusammensetzung vorliegt, relativ so viel MgO, daß, wenn man sich selbst das Hineingelangen einer reichlichen Al^2O^3-Menge vorstellt, die Entstehung von Spinell veranlaßt worden, die von Sapphir unterblieben wäre. Aber man würde wohl eben in der Annahme irren, daß in dem ehemaligen Magma ein besonders großer Tonerdegehalt und ein erheblicher Magnesiagehalt auch nur lokal mit einander hätten verbunden sein können, weil eine Absorption von Tonerde durch Einschmelzen daran reichen Materials überhaupt unwahrscheinlich ist.

Ein anderer Weg scheint sich zu zeigen, um einen örtlichen Überschuß von Al^2O^3 entstehen zu lassen: die nachbarliche Ausscheidung davon freier oder daran sehr armer Substanzen. Wo sich das Material der Olivinknollen bildet, welches in seiner Gesamtheit nur 2,4% Al^2O^3 aus dem Magma in Anspruch nimmt, da muß in der Nähe Al^2O^3 in letzterem dermaßen angereichert werden, daß (Sillimanit und) selbst Sapphir kristallisieren kann. Tonerdemineralien sind gewissermaßen das kontrastierende Pendant zu Olivin. Um die Ausscheidung derselben zu verstehen, muß man die Beschaffenheit des Magmas zu rekonstruieren ver-

suchen, wie sie nach Ausscheidung größerer Olivinmassen darum vorlag. An solchen Orten wird aber gleichzeitig eine sehr beträchtliche Armut an MgO herrschen, da ein Betrag von nicht weniger als 39% derselben durch das Olivinknollen-Material verbraucht wird. Eine besondere Gelegenheit zur Spinellbildung würde daher auch nicht vorliegen. Geht man von den Olivinknollen aus, so stehen darin MgO und Al^2O^3 in einem polar gegensätzlichen Verhältnis, und derselbe Gegensatz, nur mit umgekehrtem Vorherrschen des einen Stoffes, wird dann auch in dem direkt umgebenden Magma Platz greifen. Vielleicht hängt hiermit auch die auffallende Abwesenheit jeglicher Spur von Cordierit in den rheinischen Basalten insofern zusammen, als dieses Mineral größere Mengen von Tonerde und von Magnesia bedarf, welche eben nicht gleichzeitig zur Verfügung gestanden zu haben scheinen. Ausscheidungen von wirklich MgO-freien Tonerdesilikaten liegen in den Feldspaten vor.

Als Schlußfolgerung aus vorstehenden Ausführungen würde sich ergeben, daß Sapphirbildung bedingt wird durch Ausscheidung von Olivinknollen; aber es muß nicht notwendigerweise auch die letztere immer die erstere im Gefolge haben, weil die örtliche Tonerde-Anreicherung durch magmatische Strömungen rasch wieder abgeschwächt werden kann.

Sillimanit.

Der Sillimanit spielt in den Einschlüssen des Basalts eine recht große Rolle; bekannt ist er seit längerer Zeit in der Form von anscheinend reinen isolierten Partien, aber er beteiligt sich auch, wie neuere Funde dartun, reichlich an Quarzfeldspataggregaten, an Quarzmassen, an Orthoklasaggregaten, seltener an Glimmereinschlüssen; in den Olivin- und Pyroxenknollen scheint das tonerdereiche Mineral jedoch ganz zu fehlen.

Die selbständigen Sillimanitpartien in den rheinischen Basalten (z. B. Weilberg, Jungfernberg, Dollendorfer Hardt, Finkenberg, Unkelstein) wurden ohne Kenntnis ihrer Natur früher Glanzspat genannt (v. DECHEN 154); G. VOM RATH fand dann 1872, daß an dem Mineral die Spaltfläche mit Perlmutterglanz abstumpft die scharfe Kante eines Prismas von ca. $88^1/_4^0$ und daß die Kombinationskante zwischen Spaltfläche und Prismenfläche ziemlich genau

$= 134^{0}7'$. Er hat also ganz richtig gemessen und eben das Prisma $\infty \breve{P}\frac{3}{2}\{230\}$ des Sillimanits sowie die makrodiagonale Spaltfläche vor sich gehabt. Die Analyse der seiner Meinung nach mit etwas Magnetit und Augit verunreinigten Substanz ergab: SiO^2 36,6, Al^2O^3 57,9, Fe^2O^3 4,4, MgO 0,7, CaO 0,8% (100,5). Diese Analyse wird als $Al^2O^3.SiO^2$ gedeutet, da aber die Winkel sich nicht mit Cyanit identifizieren lassen, auch letzterer spez. schwerer sei, so liege hier „ein neuer heteromorpher Zustand der Verbindung $Al^2O^3.SiO^2$ vor". Auffallend ist, daß vom Rath nicht gleich den Glanzspat mit Sillimanit in Verbindung gebracht hat, denn dieser war damals schon seit längerer Zeit vorzüglich durch Des Cloizeaux untersucht worden, welcher neben dem Grundprisma von 111^{0} auch schon das andere von $88^{0}15'$ kannte, das mit der ausgezeichneten Spaltbarkeit jenen (obigen) Winkel von $134^{0}7'$ bilde; allerdings hatte Des Cloizeaux dem Sillimanit die Formel $8\,Al^2O^3.9\,SiO^2$ zugeschrieben. Sandberger bemerkt zuerst[1]), daß der Glanzspat vom Raths Sillimanit sei, nur finden sich in zwei aufeinanderfolgenden Zeilen zwei Druckfehler, indem die Prismenkantenmessung vom Raths als $68^{0}50'$ (statt $88\frac{1}{4}^{0}$) angegeben wird und es anstatt $\infty \breve{P}\frac{3}{2}$ heißen muß $\infty \breve{P}\frac{3}{2}$. Sein Sillimanit von Naurod, welcher nicht isoliert, sondern im Glimmer eines Gneißes eingewachsen war, besaß ein vorherrschendes ∞P in Kombination mit $\infty \breve{P}\frac{3}{2}$. Bleibtreu (501) hat dann die Sache richtig gestellt: er maß den Winkel von ca. 134^{0} zwischen der besten Spaltbarkeit und einem Prisma und erkannte in ihm denjenigen zwischen $\infty \bar{P} \infty\{100\}$ und $\infty \breve{P}\frac{3}{2}\{230\} = 134^{0}7\frac{1}{2}'$.

Der Sillimanit bildet in den Basalten selbständige Aggregate bis zu 5 cm Größe, feinstengelig und faserig, nahezu silberweiß mit einem fast dem Diamantglanz genäherten Glasglanz. Bemerkenswert ist der konstante länglich rektanguläre Umriß, mit dem diese Partien in den Handstücken des Basalts erscheinen. Ganz selten werden dieselben fest allseitig vom Basalt umschlossen, in der Regel aber zieht sich um dieselben zunächst ein schmaler weißer Saum matten dichten Carbonats oder auch trüben Opals. Ja es kommt vor, daß sich zwischen der zolllangen Sillimanitpartie und dem Basalt streckenweise eine leere Fuge findet, sodaß erstere in einem Hohlraum des letzteren aufzusitzen scheint, was wohl

1) Jahrb. k. k. geol. R.-Anstalt XXXIII. 1883. 47.

darauf hinweist, daß der Einschluß durch Kontraktionsrisse mehr oder weniger isoliert wurde. Dabei ist der halb freie Sillimanit in seltenen Fällen noch von einer dünnen Basalthaut überzogen.

In der vertikalen Zone wurde an den horizontal geführten, mitunter etwas eingekerbten, oder auch abgerundeten fast quadratischen Querschnitten nur das Prisma $\infty \breve{P}\frac{s}{2}$ beobachtet, mit einem wiederholt gemessenen Winkel von ca. 88°. Die ausgezeichnete makrodiagonal verlaufende Spaltbarkeit geht dann natürlich anscheinend brachydiagonal, indem sie den schärferen Prismenwinkel abstumpft, den stumpferen halbiert; sie erzeugt sehr zahlreiche, vermöge der relativ starken Lichtbrechung dunkelrandige Diagonalsprünge. Wenn diese etwas schief stehenden Querschnitte zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung ganz dunkel werden, so kommt dies wohl daher, daß an den vielen Spaltrissen das Licht zur Interferenz gelangt. Querschnitte ergeben mitunter ein gutes Interferenzbild mit der optischen Axenebene parallel $\infty \bar{P} \infty$ {100}, kleinem Winkel der optischen Axen. Die schief zur Spaltbarkeit $\infty \bar{P} \infty$ stehenden Vertikalschnitte zeigen parallele Risse; diejenigen ohne letztere, parallel $\infty \bar{P} \infty$, weisen minder intensive Interferenzfarben auf, als die parallel *c* zerspaltenen. Die Vertikalaxe *c*, zugleich spitze Bisektrix, entspricht der kleinsten Elastizität, Doppelbrechung positiv. Die terminale Ausbildung ist ganz undeutlich. — In den Präparaten nach der Längsausdehnung der Sillimanitpartien gewahrt man zwischen den größeren strahligen Individuen da wo sie parallel verlaufen oder etwas divergieren, meist ein feines Aggregat von mehr oder weniger parallelen Sillimanitfasern, welches gewissermaßen die Zwischenräume ausfüllt und dessen Faserung unter irgend einem Winkel auf die Längserstreckung der kräftigeren Individuen stößt.

Diese weißen Sillimanitaggregate haben sich nun in neueren Vorkommnissen als die Träger mancher anderer Mineralien ergeben, insbesondere von Spinell, Sapphir und Zirkon, und der Finkenberg bietet hierfür eine große Anzahl von Varietäten, von denen nur einige hervorgehoben seien: Zolllange Sillimanitpartien stecken ganz voll von kleinen roten Zirkonen, die dem bloßen Auge erkennbar sind. In anderen ist Spinell reichlicher vertreten als scharfe, lichter oder dunkler rötlichbraun durchscheinende isotrope Oktaëderchen (von einer manchmal an Perowskit erinnernden Farbe), als nach der Drehungsaxe verkürzte Zwillinge und

als weniger regelmäßig konturierte Körnchen, bis 0,05 mm dick, stellenweise massenhaft gehäuft. Begleitet werden die Spinelle von blaß- aber deutlich blauen gedrungenen Säulchen von Sapphir, dunkelumrandet, bis 0,18 mm lang. Spinell und Sapphir liegen weniger in den größeren Sillimanit-Individuen, viel reichlicher in den faserigen Intersertalpartien. Lokal sind Magnetitkörner, schwarz und ganz opak vertreten. Übrigens führen auch diese Sillimanitaggregate schöne makroskopische Sapphire. Um solche Einschlüsse herum pflegen dann innerhalb des Basalts auch vereinzelte kleine Sillimanite, rings umgeben von sehr vielen scharfen Spinellchen zu liegen, welche sonst selbständig in dem Basalt fehlen. Weiterhin gewahrt man mitten im Basalt nahe der Sillimanitgrenze noch kleine Sapphire. Am Rande der Aggregate ist fein struierte Basaltmasse zwischen die locker verbundenen Sillimanitprismen auf kurze Erstreckung hin eingedrungen, und in ihr erscheinen ebenfalls bräunliche Spinell-Oktaëderchen ausgeschieden Man wird hier schwerlich zu einer anderen Anschauung gelangen können, als daß die drei tonerdereichen Mineralien Sillimanit, Sapphir, Spinell gleichmäßig aus dem Basalt festgeworden sind. — Von anderen Mineralien ist in diesen weißen Sillimanitaggregaten noch Magnetkies (auch am Weilberg vorkommend) zu erwähnen; vielleicht besteht ein Teil der fein verteilten schwarzen Partikelchen aus Graphit.

Neben diesen silberglänzenden Sillimanitpartien sind andere derbe, mehr rundlich umgrenzte selbständige Partien des Minerals von ausgesprochen schmutzig violettlicher Farbe und ganz matter Beschaffenheit sehr verbreitet, welche man makroskopisch kaum hierher stellen würde. Sie setzen sich zusammen aus unregelmäßig mit einander verwobenen Systemen mikroskopisch feiner, eisblumenartig auseinanderlaufender Faserbüschel von Sillimanit, innig durchwachsen von Tausenden und aber Tausenden, die Farbe bedingenden Oktaëderchen und Körnchen von Spinell, die dickeren sehr hübsch violett, die winzigsten, selbst bei stärkster Vergrößerung nur punktähnlichen, ganz blaß. Stellenweise sind die Spinelle zu fast kompakten Haufen zusammengeschart, die in den Präparaten dem bloßen Auge als schwarze Fleckchen hervortreten. Es kann nicht fraglich sein, daß beide Mineralien gleichzeitig entstanden sind. Örtlich wird das sillimanitische Faseraggregat etwas lockerer, und dann gewahrt man wohl als spär-

lichen Untergrund für die Nädelchen eine wasserklare, schwach polarisierende Substanz von undefinierbarer Natur. Bisweilen wechseln auch in einem solchen Aggregat beide Farben, weißlich und violettlich, in ziemlich scharf begrenzten länglichen Flecken ab. Adern basaltoider feldspatreicher Masse, erzarm und fast augitfrei, ziehen hindurch, an den Rändern prägnant begrenzt von einer linearen dunklen Zeile dicht einander gereihter Spinellchen. — Außer diesen fast ganz reinen violettlichen Spinell-Sillimanitaggregaten, in denen, wie es scheint, kein Sapphir vorkommt, gibt es auch andere, nicht violette, trüb graulichweiße verworrene sillimanitische Faserbüschel-Massen, fast spinellfrei, welche reichlich von wasserhellen rissigen Quarzkörnern durchwachsen sind. Alle erwähnten Einschlüsse bieten an ihren Rändern nichts dar, was auf eine Abschmelzung umgebender Materialien hinwiese.

Doch hat hiermit die Verbreitung des Sillimanits noch nicht ihr Ende, und es ist hervorzuheben, daß das Mineral, abgesehen von diesen selbständigen Partien, auch als büscheliger weißer oder violettlicher Gemengteil der Quarzfeldspat-Aggregate eine beträchtliche Rolle spielt sowie den Quarzaggregaten nicht fremd ist, ferner auch in einer reinen Orthoklasmasse gefunden wurde und mikroskopisch in Glimmeraggregaten auftritt.

Die selbständigen Sillimanitpartien sind bis jetzt wohl stets als exogene Einschlüsse, herstammend aus fremden sillimanithaltigen Gesteinsfragmenten, betrachtet worden. Den Sillimanit des Ölbergs hält LASPEYRES (341) für einen „Einschluß aus durchbrochenen Gesteinen"; SCHOTTLER nennt (589) den aus der Lava des Ettringer Bellerbergs sicher exogen; nach DANNENBERG, welchem nur ganz spärliches Material vorlag, stammt er aus kristallinen oder metamorphen Schiefermassen (57); auch LACROIX betrachtet ihn (568) als „résidu ultime des enclaves fondues et résorbées". BLEIBTREU glaubt (501), daß der Sillimanit durch Schmelzen aus granitischen Einschlüssen isoliert sei; trotz seiner großen Widerstandsfähigkeit habe er selbst auch bisweilen „eine teilweise Einschmelzung erlitten und haben sich an den veränderten Stellen zahllose kleinste Spinelloktaëder gebildet". In meinen Präparaten ist indessen um die letzteren von irgend einer Anschmelzung oder Veränderung des Sillimanits gar nichts zu beobachten, und die Oktaëder machen durchaus den Eindruck gleichzeitiger Bildungen, ebenso wie die umschlossenen (BLEIBTREU nicht bekannt gewesenen)

Zirkone und Sapphire, die nicht als Neubildungsprodukte aus Sillimanit gelten können.

Nach meinen Wahrnehmungen kann ich in den Sillimanitpartien nur Urausscheidungen erkennen, wie in den Sapphiren. Während sich aus dem undifferenzierten Magma das Mineral ebensowenig wird ausscheiden können, wie Korund, dürfte es auch hier die Festwerdung benachbarter Olivinknollen gewesen sein, wodurch örtlich ausreichend hoher Tonerdegehalt beschafft wurde.

Als Überbleibsel aus eingeschlossenen sillimanitführenden Felsarten, deren Vertreter sich auch jetzt noch nebenher im Basalt finden, können die großen Partien nicht gedeutet werden. Es kommen zwar in ihrer Begleitung Quarzfeldspat-Aggregate mit Gehalt an Sillimanit vor, aber letzteres Mineral bildet in diesen nur winzige Knöllchen und Striemchen, während die selbständigen Sillimanite den oben erwähnten erheblichen Umfang erreichen und bei der zu Grunde gelegten Vorstellung früher natürlich noch viel größer gewesen sein müßten. Auch stimmt die Struktur gar nicht überein: letztere Sillimanitpartien sind makroskopisch grob parallelstrahlig, die an jenem Aggregat sich beteiligenden ganz fein verworren-filzig. Wenn also eine Ableitung aus den Quarzfeldspat-Aggregaten (die übrigens vermutlich selbst Urausscheidungen darstellen) nicht angängig erscheint, so müßte man, wie es geschehen, sie auf ganz andere exogene Sillimanitgesteine zurückführen, welche als solche mit ihren übrigen Gemengteilen jetzt vollständig resorbiert wären. Felsarten mit so umfangreichen, parallelstrahligen und dazu quarzfreien Sillimanitpartien sind aber wohl nicht bekannt, geschweige solche, in denen der Sillimanit, wie es hier der Fall, reichlich Sapphir und Zirkon führt. Es ist gerade das innige Durchwachsensein mit diesen gleichzeitig gebildeten Mineralien, welche selbst Ausscheidungen des Basalts sind, wodurch auch die Sillimanitpartien in dieselbe Ursprungskategorie verwiesen werden. Dadurch fällt aber auch umgekehrt wieder ein gewisses Licht auf die Entstehung der Quarzfeldspat-Aggregate.

Feldspatmassen.

An dem vorliegenden quarzfreien Material, welches weniger aus einem Individuum bestehende Partien als vielmehr Aggregate von rundlich oder eckig konturierten Körnern bildet, beteiligen

sich im allgemeinen dreierlei Feldspate: Orthoklas, von welchem auch größere einheitliche fragmentare Stücke, sehr frisch und glänzend, aber doch nur selten von sanidinartigem Habitus am Ölberg, Finkenberg, Minderberg vorkommen. Spaltblättchen parallel OP{001} ergeben völlig gerade Auslöschung, solche parallel $\infty P \infty$ {010} eine Auslöschungsschiefe von etwas über 6° gegen die Spaltrisse und den Austritt einer positiven Bisektrix. — Plagioklas; auch von diesem finden sich selbständige größere Partien (meist kleiner als die des Orthoklases), die schon unter der Loupe eine sehr vorzügliche feine Streifung nach dem Albit- und bisweilen daneben Durchquerungen nach dem Periklingesetz zeigen. Die Lamellen der Schnitte genau parallel OP lassen bald gar keine, bald nur eine minimale Auslöschungsschiefe erkennen. Über weiteres optisches Verhalten s. die Plagioklase der Quarzfeldspat-Aggregate. Einigemale gaben sich deutliche Zwillinge gestreiften Plagioklases nach dem Karlsbader Gesetz in den Aggregaten kund. Mikroklin, einmal von DANNENBERG (29) vom Ölberg citiert, wurde nicht gefunden. — Die Aggregate enthalten mitunter noch einen dritten Feldspat, der sich vor den beiden anderen durch seine auffallende Armut an Poren auszeichnet; er besitzt ebenfalls einen Aufbau aus Zwillingslamellen, der aber äußerst fein, oft undeutlich und nur bei günstiger Beleuchtung zu erkennen ist. Spaltblättchen lassen sich nicht gewinnen, auch ist in den Präparaten die Orientierung der Auslöschung nicht sicher zu bestimmen. Die Doppelbrechung scheint um ein weniges stärker zu sein, als bei dem begleitenden Orthoklas. Die ganze Erscheinungsweise deutet aber auf Kalinatronfeldspat, Natronmikroklin (Parorthoklas, Anorthoklas), zu welchem auch der mehrfach besprochene Feldspat aus dem Basalt des Hohenhagen bei Dransfeld, „ellipsoidische Stücke von der Größe eines Hühnereies" neuerdings gestellt zu werden pflegt.

Eigentümlicherweise wurde an keinem der vielen Feldspate jemals der sonst bei eigentlichen Gesteinsgemengteilen so verbreitete Zonenbau beobachtet, weder im gewöhnlichen Licht durch lagenweise abweichenden Gehalt an Interpositionen oder ähnliche Erscheinungen, noch im polarisierten durch markierte oder verschwimmende Gegensätze der Auslöschung.

Weniger die einheitlichen Feldspateinschlüsse als namentlich die Individuen der Aggregate enthalten in der Regel eine sehr

große Menge von Interpositionen, welche sie vielfach heller- oder selbst dunkelgrau erscheinen lassen. Es sind vor allem mitunter enorm reichliche rundliche oder schlauchförmige Gasporen, selten in der Gestalt negativer Kristalle, dann kleine Glaskörner, ferner schlackenähnlich devitrifizierte Partikel und noch andere Substanzen, deren Kleinheit eine Bestimmung nicht zuläßt. Die Orthoklase sind häufig sehr zerborsten.

In früheren Ausführungen ist mannigfach von Kontakterscheinungen die Rede, die sich beim Feldspat an der Basaltgrenze zeigen. Bleibtreu beschreibt (497) einen Einschmelzungssaum und neugebildete Kristallisationen, wobei aber weder eine direkte Schmelzung noch eine Auflösung in einem flüssigen Magma angenommen, sondern die Einschmelzung der Wirkung von Dämpfen zugesprochen wird; auch beim Plagioklas finde eine Wiederergänzung oder Wiedererneuerung der angeschmolzenen Kristalle statt. Lacroix erwähnt bekanntlich ebenfalls derartige Erscheinungen: Verbreiterung der Spaltrichtungen und Auseinanderlösung zu kleinen rektangulären Partikelchen, welche allmählich zu farblosem Glase schmelzen; Herausbildung von Skelettformen mit sägeähnlichen Rändern durch Anschmelzung; Neubildung von Feldspat aus dem Schmelzfluß durch Absatz von oft viel klarerer, übereinstimmend orientierter Substanz auf vorhandenen alten Resten und zwar meist in der sehr verschiedenartigen Gestalt von Stäben, Gabeln, Zähnen; schließlich Entstehung selbständiger Feldspatkrstalle, meist verlängert nach der Kante P: M, bisweilen innen hohl mit quadratischen Durchschnitten, auch von trichter- oder kassettenförmiger Ausbildung. Bei Rinne finden sich gleichfalls etliche Angaben dieser Art (z. B. I. 88), die Berichte von M. Bauer scheinen aber nichts darüber zu enthalten. Meinerseits kann ich nur anführen, daß, abgesehen von den überhaupt sozusagen ganz neu erstarrten eigentlichen Einschmelzungsprodukten, die zahlreichen Präparate, insbesondere auch die vom Finkenberg nur äußerst selten etwas darbieten, was jenen Wahrnehmungen entspricht, und daß das Angrenzen normalen Basalts an normal beschaffenen Feldspat die Regel bildet, auch wenn makroskopisch die Grenze zwischen beiden etwas verwischt erscheinen sollte; vgl. auch die Quarzfeldspat-Aggregate. Einigemal wurde allerdings bemerkt, daß sich isolierte Individuen des basaltischen Augits an der Grenze auch innerhalb des Feldspats

finden, was genetisch von Bedeutung ist. — Etwas poröse und auf der einen Seite durch einen leeren Raum vom Basalt getrennte Feldspatpartien vom Ölberg waren auf dieser narbigen Oberfläche mit zierlichen Tridymiten, auch Drillingen besetzt (vgl. M. BAUER, 254).

Die Feldspataggregate pflegen reichlich von feinen Basaltinterstizien durchzogen zu werden, welche in den Präparaten wie ein Netz erscheinen, aber mehr längs der Grenzen der Individuen verlaufen als durch dieselben hindurchsetzen. Wenn dieselben, senkrecht stehend, nur wie zarte dunkle Linien aussehen, so wird da, wo sie, schief geschnitten, über den klaren Feldspat breit hinweggreifen, ihre basaltische Natur zweifellos erkannt. Sie sind oft so deutlich struiert, daß selbst die kleinen Olivine scharf darin hervortreten, die Plagioklase vielfach als kurze Rechtecke ausgebildet mit einem dunklen Kern von konformer Umgrenzung, die Augite sehr spärlich. In einigen besonders plagioklasreichen Präparaten ist die Zwischensubstanz mehr basaltoidischer Natur mit viel Magnetit. Daneben scheinen rundliche wirkliche Einschlüsse von Basalt vorzukommen, welche nicht Querschnitte von Ramifikationen sind. — Auch um die Feldspataggregate finden sich schmale carbonaterfüllte Kontraktionsrisse, welche teils auf der Grenze zwischen Feldspat und Basalt, streckenweise bald durch den ersteren bald durch den letzteren verlaufen.

Die reinen Feldspataggregate, in denen im ganzen der Orthoklas vor dem Plagioklas zu herrschen scheint, geben zu keinen weiteren Bemerkungen Anlaß. Bevor aber ihr Ursprung zur Erörterung gelangt, ist es auf Grund neuer Funde erforderlich, vielverbreitete Einschlüsse dieser Art zu besprechen, die durch das Dasein anderer Gemengteile ausgezeichnet und in genetischer Hinsicht noch von Belang sind.

Vor allem ist der überaus reichliche und früher wohl gar nicht bekannt gewordene Zirkongehalt dieser Feldspataggregate hervorzuheben. Es gibt am Finkenberg (in beträchtlicher Anzahl), auch am Ölberg (spärlicher) hellgrauliche Massen dieser Art, die auf 1 Quadratzoll Oberfläche viele Dutzende makroskopisch erkennbarer leuchtend roter Zirkonchen enthalten, ein Vorkommen wohl ohne Analogie unter anstehendem Gestein. Namentlich beim Pulvern wird man inne, wie viel Zirkon sich daran beteiligt. Diese Zirkone, zwischen den Feldspaten und innerhalb derselben gelegen, messen bis 2 mm in der Länge und sind bisweilen sehr

exakt als $\infty P\infty$. P kristallisiert; die Dimensionen der kleineren scheinen nicht unter 0,22 mm hinabzusinken. Mitunter zeigt sich gestörte Kristallbildung, indem ein Individuum nur zur einen wohlgeformten Hälfte vorhanden ist und an dem Feldspat abschneidet. Allerfeinste Poren ziehen schwarmartig durch die rötlich gelbe, fleckenweise fast farblose Substanz, aber deutliche Glaseinschlüsse sind gelegentlich ebenfalls erkennbar. Daß der Zirkon hier innerhalb des Feldspats mit ihm entstanden ist, muß als die einzig zulässige Annahme gelten. Nicht unwichtig dürfte es nun sein, daß ebenfalls inmitten des im Präparat angrenzenden Basalts isolierte identische Zirkone gelegen sind, z. B. in einem Falle ein 2 mm großer schöner Kristall in einem Abstand von 1,5 mm von der scharfen Grenze des Feldspateinschlusses. Rings um ihn her verhält sich der Basalt ganz normal, von einer Herausschmelzung zeigt sich nichts; der Zirkon im Basalt ist nicht etwa ein Überbleibsel aus zergangenem Feldspataggregat, hier wohl auch nicht mechanisch herausgebröckelt, sondern kann nur als eine Ausscheidung aus der Basaltmasse gelten, da entstanden, wo auch mit der Feldspatmasse Zirkon kristallisierte. Beispiele solchen Vorkommens wurden häufig beobachtet. Mitunter finden sich zwischen den Feldspaten auch geringe Mengen blaßgrünlichbraunen Augits und etwas Magnetit, der die Nähe des Zirkons liebt und dann als jüngere Bildung dessen Kristallumrisse abformt. Im allgemeinen scheint der Zirkon in diesen feldspatigen Massen viel reichlicher vorhanden als in den Quarzfeldspat-Einschlüssen.

In diesen zirkonreichen Feldspateinschlüssen wurde mehrfach Orthit beobachtet, welcher makroskopisch bis fast 2 mm große Körnchen bildet, von rundlich gewölbter Oberfläche, bräunlich eisenschwarz bis pechschwarz, metallisch fettglänzend mit muscheligem Bruch und der Härte 6 oder etwas darüber. Auf den ersten Blick könnte man ihn mit sog. schlackigem titanhaltigem Magneteisen verwechseln. In den Präparaten zeigt das Mineral bei bräunlicher Farbe hohe Lichtbrechung aber nur schwache Doppelbrechung. Die irregulär konturierten Schnitte sind von dunklen Spalten durchzogen, die bisweilen etwas unregelmäßig, oft aber auch auf längere Strecken hin geradgezogen und parallel verlaufen. Ein Teil der Schnitte löscht genau parallel und senkrecht zu diesen Sprüngen aus, und unter der Annahme, daß

letztere der Basis des Orthits entsprechen, würden diese Schnitte parallel der Orthodiagonale gehen. Damit steht im Einklang, daß andere Schnitte gegen diese Rißsysteme schief auslöschen, und in ihnen würden klinopinakoidale vorliegen. Da $OP : c$ = ca 65° und eine der Bisektricen (a) gegen c = ca 36° im spitzen Winkel β geneigt ist, so würde die Auslöschung auf $\infty P\infty$ mit der Projektion der basischen Spaltrisse ca 29° bilden, während mehrfache Messungen 28° ergaben. Daß die Auslöschungen etwas indistinkt sind, deutet auf starke Dispersion. Auf dem Orthopinakoid zeigt sich, soweit erkennbar, ein normaler Bisektricen-Austritt (opt. Axenebene $\infty P\infty$). Auch der Pleochroismus zwischen kastanienbraun (der parallel zur Orthodiagonale schwingende Strahl) und gelblichbraun stimmt mit Orthit überein. Zwillingsbildung ist bisweilen vorhanden. Die herausgelesenen Körner werden, fein gepulvert, schon bei mäßiger Erwärmung binnen wenigen Augenblicken von Salzsäure völlig unter Gallertbildung zersetzt. Der Orthit umschließt irreguläre Magnetitkörner, auch kleine Zirkone; hin und wieder tritt in derartigen Einschlüssen auch spärlich Apatit auf.

In ganz ähnlicher Weise wie Zirkon, nur nicht so reichlich verteilt, kommt auch Sapphir in den Feldspateinschlüssen vor. Vom Finkenberg z. B. stammt eine graue körnige Feldspatpartie mit zwei milchig blauen Sapphiren, der eine 4, der andere 2 mm groß, ja es sind dort hierher gehörige Einschlüsse gefunden worden, welche hübsch anzublicken, Zirkon und Sapphir makroskopisch neben einander besitzen. Es scheint von Belang und nicht zufällig, daß sowohl das Alkalitonerde-Silikat der Feldspataggregate als das in den chemischen Grundstoffen möglichst nahe verwandte Tonerde-Silikat der Sillimanitaggregate übereinstimmend von rotem Zirkon und blauem Sapphir durchwachsen werden, was wohl jedenfalls mindestens auf eine Ähnlichkeit des Ursprungs verweist, und andererseits die Annahme, es handle sich hier um fragmentare Teile der eigentlichen Gesteinswelt als unwahrscheinlich bedünken läßt.

Ein dunkelgrauer pyroxenreicher quarzfreier Feldspateinschluß aus dem Finkenberg besteht aus Orthoklas und feinstgestreiftem frischem und porenfreiem Plagioklas, zwischen denen sich kein Basaltgeäder hindurchzieht, aus viel malakolithähnlichem Augit und außerdem bis 1,5 cm großen Spinellkörnern, im Dünnschliff

schön grün, völlig isotrop, und wohl eher dem Pleonast als dem Picotit angehörig. Die zackig verästelten Formen liegen meist eingekeilt zwischen den anderen Gemengteilen, und mehrfache Einschließungen von Augit im Pleonast zeigen, daß hier der letztere jünger ist als ersterer. — Weitere Feldspateinschlüsse von dort u. a. Orten sind reichlich mit Sillimanit erfüllt. Bei einem trüblich weißen erscheint u. d. M. recht klarer und frischer Orthoklas (fast kein Plagioklas, kein Quarz), und die Trübheit seiner Masse, welche im Präparat teilweise verloren geht, wird durch eine große Menge von Sillimanitbüscheln hervorgebracht. Die feinen Nadeln mit hübschen Querschnitten verweben sich bald zu dichtem Filz, bald sind die im Feldspat liegenden Büschel lockerer; manche Nadeln sind ganz vereinzelt und so lang, daß sie durch mehrere benachbarte Feldspatindividuen hindurchgehen. Einschluß und Basalt grenzen ohne jede Kontakterscheinung an einander. — Über den Gehalt der Feldspatmassen an Magnetkies s. diesen; solche Vorkommnisse führen auch wohl etwas fettglänzenden Apatit. — Nach O. Becker (73) sitzt im Feldspat auch Graphit in hexagonalen Täfelchen.

Hier sei auch der Einschlüsse vom N.-O.-Abhange des Petersbergs oberhalb Heisterbach gedacht, denen, nachdem v. Dechen (175), Möhl, Bleibtreu (504) und Lacroix (118) sich damit beschäftigt haben, endlich durch Laspeyres (294) erst eine richtige Beschreibung und Deutung zu Teil geworden ist. Es sind bis kopfgroße Massen, in der Mitte grob, nach außen hin immer feiner struiert, so daß dort ein allmählicher Verlauf in den normalen Basalt stattfindet, wie schon v. Dechen hervorhebt. Die Gemengteile sind dicktafelige bis 8 mm große Feldspate (Plagioklas zurücktretend) und bis 6 mm lange Augite in diabasähnlichem Gefüge; u. d. M. erkennt man noch Hornblende oder Olivin (anscheinend sich ersetzend), Apatit, Magnetit, Titaneisen. Der mikroskopische Übergang am Rande erfolgt durch Abnahme des Feldspats und Überwiegen des Augits und Magnetits. Mit vollem Recht scheint Laspeyres ein Zweifel an der konkretionären Bildungsweise ausgeschlossen. Bezeichnend ist, wie Bleibtreu (504) sich die Entstehung dieser Einschlüsse zurechtlegte: die jetzige Beschaffenheit verweise entschieden nicht auf ein in der Tiefe anstehendes Gestein, auch sei keine Spur einer Einschmelzung an den Gemengteilen nachzuweisen, gleichfalls keine scharfe Grenze nach dem Basalt zu;

daraus ergebe sich mit größter Bestimmtheit eine Erstarrung aus glutflüssigem Zustande. Gleichwohl aber wird angenommen, daß es sich dennoch nicht um Ausscheidungen aus dem Basalt selbst handle, denen BLEIBTREU hier wie sonst die Anerkennung versagt, sondern um vollständig umgeschmolzene ganz fremde Einschlüsse. LACROIX rechnet die Vorkommnisse, von denen er Tafel III, Fig. 2 eine Abbildung gibt, zu den enallogenen Enklaven und nennt sie, erst recht auffallenderweise „roche granitique résorbée". Es sind zweifellose Ausscheidungen.

Schließlich darf hier ein recht eigentümlicher, dunkelgrauer sehr feinkörniger Einschluß aus dem Basalt des Petersbergs nicht unerwähnt bleiben, der vielleicht den vorigen verwandt ist. Im Präparat besteht derselbe größtenteils aus farblosem Orthoklas mit etwas Plagioklas, beide außerordentlich frisch, ganz kompakt und ohne Gasporen, auch ohne jene dunkeln staubähnlichen Interpositionen, die in anderen Feldspaten so große Rolle spielen. Quarz fehlt völlig. An Menge ganz zurückstehend, aber durch die Farbe kräftig hervortretend, liegen nun noch in diesem klaren Feldspataggregat drei weitere Gemengteile: a) ein monokliner Augit, ganz blaß gelblichbraun im Schnitt und kaum pleochroitisch, in der Prismenzone sehr scharf, an den Enden aber unregelmäßig begrenzt, meist in Form langer und relativ dünner Säulen und Nadeln, welche letztere wohl auch pinselförmig zusammentreten; b) eine bräunliche stark pleochroitische Hornblende in ausgezeichneten Schnitten, in den vertikalen mit einer maximalen Auslöschungsschiefe von 26°; c) ein isoliert nur in Gestalt dünner Nadeln und Borsten auftretender, aber mehrfach büschelig verwachsener, intensiv grüner Aegirin, anscheinend parallel der Längsaxe auslöschend; smaragdgrün bei Parallelismus, gelblichgrün bei Rechtwinkeligkeit von Vertikalaxe und Nicolhauptschnitt. Diese drei gefärbten Mineralien sind sehr häufig mit einander verwachsen, und zwar ist zumal der Augit a oft von dem Aegirin c teilweise oder ganz umwachsen; letzterer legt sich auch an die Hornblende b an oder umwächst dieselbe; ferner wird a wohl von b umrindet, aber niemals c von a oder b. — Eine weitere Eigentümlichkeit besteht darin, daß der blaßbräunliche Augit a (niemals b oder c) mit dem Orthoklas eine förmliche schriftgranitische Verbindung eingeht. Nicht nur liegen streckenweise die kleinen Augitquerschnitte alle parallel im Feldspat, sondern es kommt auch (analog

wie beim Quarz) in äußerst zierlicher Weise vor, daß die Augite bloß teilweise vorhandene Schalen bilden, in welche der Feldspat hineingreift, oder rings geschlossene Schalen, die dann von letzterem ausgefüllt werden. Ein sehr langes nur als Schale ausgebildetes Augitprisma, welches durch drei Feldspatindividuen hindurchgriff, war im Innern auch an den entsprechenden Stellen von dreierlei verschieden orientiertem Feldspat erfüllt. — Betrachtet man das Präparat u. d. M. ohne den angrenzenden Basalt, so sieht es, mit seinem Mangel an Poren und Basaltgeäder, aus, wie ein fremder Gesteinseinschluß, wenngleich es schwer fallen würde, ein anstehend bekanntes Gesteinsanalogon zu finden. Im Handstück jedoch macht die Masse ganz den Eindruck einer Ausscheidung. Bemerkenswert ist zunächst, daß innerhalb derselben, ungefähr 3 cm von der Basaltgrenze entfernt, eine haselnußdicke Basaltpartie liegt, von welcher man sich schwerlich vorzustellen vermag, daß und wie sie mit dem noch umgebenden Basalt zusammenhängen könnte. An einem Präparat aber, welches auch den angrenzenden Basalt aufweist, wird die Ausscheidungsnatur durch zwei Erscheinungen in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. Erstens nämlich ziehen sich charakteristische braungelbe Augite des Basalts, kurze gedrungene Säulchen und an den Enden kristallographisch begrenzt, eine gute Strecke weit in das Feldspataggregat des Einschlusses hinein und werden hier ganz allmählich nach dem Innern zu durch die blassen spießigen, oben und unten ganz irregulär endenden Augite, die für letzteren bezeichnend sind, ersetzt. Zweitens ist die Grenze zwischen Einschluß und Basalt überhaupt ganz unscharf: die Feldspate des ersteren wachsen förmlich aus dem letzteren heraus, oder die Feldspate verlieren sich umgekehrt aus dem Einschluß in den Basalt hinein.

In allen zur Untersuchung gelangten Feldspateinschlüssen wurde nie eine Beteiligung von Glimmer wahrgenommen, so daß hier etwas ganz Ähnliches obwaltet, wie bei den Quarzfeldspat-Aggregaten.

Die Beurteilung der eingeschlossenen Stücke und Aggregate von Feldspat hat sich in der letzten Zeit nur zum Teil der Auffassung derselben als Ausscheidungsprodukte des Basalts zugewandt. Bleibtreu scheint dieselben noch für exogene Fragmente zu halten, Dannenberg bringt sie (57) mit einem granitischen Gestein in Verbindung. Aber schon Rinne möchte bis 7 cm lange Feldspat-

massen im Basalt des Hohenbergs bei Bühne eher für „basaltogene Bildungen" als für fremde Einschlüsse erachten, und auch in den Feldspaten des Hohen Hagen bei Göttingen füglich protogene Ausscheidungen erblicken (I. 33. 39). Später rechnet er Plagioklasmassen mit monoklinen und rhombischen Pyroxenen auch mit Hornblende, allerdings „mit Reserve" zu den protogenen Bildungen (II. 77). SCHOTTLER betrachtet Augit-Plagioklaseinschlüsse in der Lava des Ettringer Bellerbergs wiederum als ganz fremde Materialien (610). M. BAUER bespricht die Feldspatpartien vom Stempel bei Marburg unter der Rubrik „Einschlüsse" zusammen mit Kalkstein und Sandstein, in einem der Feldspate vermutet er das Bruchstück einer in der Tiefe anstehenden Eläolithsyenitmasse (254), die Frage nach der eventuellen Ausscheidungsnatur wird gar nicht erörtert. LACROIX scheint die in Rede stehenden Massen sämtlich für enallogen, d. h. für exogen zu halten, so u. a. gerade die von RINNE als endogen gedeuteten vom Hohenberg (531).

Nach meinen Wahrnehmungen muß ich die derben Stücke sowie die quarz- und glimmerfreien Aggregate von Feldspaten eher für Urausscheidungen halten, entstanden an denjenigen Stellen, wo, etwa auf Grund reichlicher Bildung von Olivinknollen oder verwandter sehr basischer Massen, auch von Erzen, ein größerer Gehalt an SiO^2, Al^2O^3 und Alkalien, höchste Armut an MgO und Fe im Urmagma herrschte. Zwar kann das hindurchziehende Basaltgeäder für den endogenen Ursprung nichts beweisen, steht ihm aber auch keineswegs entgegen, ja es braucht sich dabei überhaupt nicht um eigentlich sekundäre Injektionen zu handeln (vgl. S. 179). Die Hauptargumente für jene Auffassung, welche, vielleicht im einzelnen nicht direkt beweisend, sich durch ihren gegenseitigen Zusammenhang stützen und kräftigen, beruhen zunächst darin, daß so reine, von sonstigen Gemengteilen freie Vereinigungen von Orthoklas und Plagioklas, wie sie hier häufig vorkommen, in der Gesteinswelt wenig bekannt sind. Die in Rede stehenden Massen wird man von exogenen Einschlüssen wirklichen anstehend gewesenen Granits nicht ableiten können, denn solche werden in örtlicher Verbindung innerhalb dieser Basalte nicht gefunden; die begleitenden, nur granitähnlichen Quarzfeldspat-Aggregate sind selbst vermutlich endogenen Ursprungs. Weiterhin spricht das Hineinspielen echt basaltischer Augite an den Rändern der Feldspateinschlüsse offenbar sehr für die Ausscheidungs-

natur. Die Führung von massenhaften Dampfporen, auch von Glaskörnern müßte bei einem exogenen Ursprung als eine komplizierte sekundäre Beeinflussung gelten, spielt jedoch bei einer endogenen Ausscheidung die Rolle eines unmittelbaren Attributs. Namentlich würde aber auch der häufige reichliche und jedenfalls ursprüngliche Gehalt an Zirkon, ebenfalls an Sapphir in den Aggregaten für fragmentare Partien fremder Felsarten etwas völlig Abnormes darbieten, während andererseits leicht zu begreifen ist, wie diese beiden, nur als basaltische Ausscheidungen aufzufassenden Mineralien sich an den Auskristallisationen der Feldspate aus dem Magma mit beteiligen können.

Ein wesentliches Argument für die Ausscheidungsnatur von förmlich beweisender Kraft muß aber schließlich noch darin erblickt werden, daß am Finkenberg feldspatfreie normale Olivinknollen vorkommen, welche von einer Rinde des Feldspataggregats umgeben sind, die insbesondere nach innen zu sehr scharf, nach dem außen daran stoßenden Basalt zu etwas minder scharf abgegrenzt ist. Der Analogie wegen ist es sehr beachtenswert, daß J. Morozewicz bei seinen ingeniösen Experimenten (a. a. O. 194) aus Basaltfluß, welchem Spinell und Korund zugesetzt war, kugelartige Konkretionen erhielt, bei denen um eine zentrale Olivinmasse eine dichte Zone dunkelgrünen Spinells verlief, während die peripherischen Teile aus Plagioklasleisten bestanden, dazwischen eine Glasbasis mit Augit, Olivin, Magnetit, Spinell. Hier dürfte demnach etwas der Hauptsache nach Übereinstimmendes als lehrreiches Beispiel für Differenzierungen künstlich und unfreiwillig zu stande gekommen sein.

Quarzfeldspat-Aggregate.

Daß durch Basalte Bruchstücke echten Granits emporgefördert wurden, der in der Tiefe anstand, ist eine der am längsten bekannten geologischen Tatsachen, und an solchen wirklichen Granitfragmenten sind auch mit am frühesten die verändernden Einwirkungen des basaltischen Magmas als sehr augenfällig ermittelt worden.

Auch für die rheinischen Basalte ist in der bisherigen Literatur vielfach von „Graniteinschlüssen“, „granitartigen“ oder „granitischen Einschlüssen“ die Rede. Es muß aber ganz besonders konstatiert

werden, daß die darunter verstandenen Massen insofern gar keine eigentlichen Granite sind, indem in ihrer typischen Ausbildung allemal ein Glimmer fehlt, und insofern auch gar keine gewesen sind, als ein etwaiges Einschmelzungsprodukt des Glimmers, wie es von anderen Lokalitäten wohlbekannt ist, stets vermißt wird.[1])

Soviel echte Granite also auch sonst in Basalten, mehr oder weniger alteriert, tatsächlich vorkommen, für die hier in Rede stehenden Materialien kann nur, wenn man vorurteilslos sein will, die objektive Bezeichnung „Quarzfeldspat-Aggregat" gewählt werden, welche nichts über eine — sehr zweifelhafte — Beziehung zu Graniten aussagt.[2])

Diese Aggregate, die, aus einer gewissen Entfernung betrachtet, in der Tat einen granitähnlichen Eindruck machen, sind in der Regel mehr grob- als mittelkörnig, mit vielfach über erbsengroßen, ja bis 8 mm dicken Quarzen, letztere manchmal klar und farblos, bisweilen etwas milchig, sehr häufig blaß- oder auch dunkler-

1) Auch aus dem basaltischen Eruptionsschlot von Rolandseck citiert v. DECHEN (157) ein „granitartiges" Gestein, bestehend bloß aus Quarz und Feldspat; desgleichen enthält der „Granit" aus dem Minderberg bei Linz in einem s. Z. durch ihn dem Leipziger Museum geschenkten Stück keinen Glimmer, anderer analoger Fälle nicht zu gedenken. — DANNENBERG sagt (58): „von Glimmer ist in den meisten Fällen keine Spur vorhanden" (dennoch sei die Bezeichnung solcher Einschlüsse als granitische durchaus unbedenklich); „gelegentlich findet sich eine braungelbe Schmelze, die man als eingeschmolzenen Glimmer deuten mag". Leider ist eine Lokalität, wo solches vorkommen soll, nicht angegeben, auch eine weitere Untersuchung, ob diese „Schmelze" in der Tat von Glimmer herstammt, oder eine basaltische Injektion darstellt, anscheinend nicht veranstaltet. Ich kann nur betonen, daß in den vielen Dutzenden von Quarzfeldspat-Aggregaten aus diesen rheinischen Basalten, die mir durch die Hand gegangen, ein Schmelzprodukt des Glimmers stets gefehlt hat, wie auch BLEIBTREU nie eines beobachtete. Dereinstige Funde von leibhaftigem exogenem Granit können selbstverständlich nicht als ausgeschlossen gelten.

2) Die ungerechtfertigte Benennung solcher Aggregate als Granit wird auch in anderen Basaltgebieten nicht selten angetroffen. v. CHRUSTSCHOFF versuchte, wohl um die Abwesenheit des Glimmers zum Ausdruck zu bringen, sich mit der Bezeichnung pegmatitartig zu helfen (Min. u. petr. Mitth. IV. 1882. 482), wobei er aber hinzufügen muß, daß — im Widerspruch damit — die Quarze in dem Feldspat gar nicht parallel orientiert sind. — Mit der Benamsung von Einschlüssen scheint man es überhaupt manchmal gar nicht so genau zu nehmen; so spricht neuerdings K. HINTERLECHNER (Verh. k. k. geol. R.-Anst. 1902. 189) von „Cordieritgranit"-Einschlüssen im Nephelintephrit des Kunětitzer Berges bei Pardubitz in Böhmen, obschon dieser „Granit" weder Quarz noch Orthoklas noch Glimmer enthält.

braun, etwas rauchquarzähnlich; diese Farbe verschwindet sehr rasch beim Erhitzen. Die meist weißen oder lichtgrauen Feldspate sehen oft, wenn auch nicht gerade glasig, doch etwas zu frisch für einen Granit aus, und, wenn sie eine gewisse Trübheit besitzen, die an granitischen Orthoklas und Plagioklas erinnert, so ist dies auf ganz andere Ursachen, auf das Dasein primärer Interpositionen zurückzuführen, indem sich niemals u. d. M. eine auch nur beginnende Kaolinisierung oder Muscovitisierung zeigte. Die allermeisten Einschlüsse dieser Art bestehen lediglich aus Orthoklas, Plagioklas und Quarz und sind eigentlich nicht viel anderes, als die früher erwähnten Feldspataggregate in etwas grobem Gefüge mit einem Gehalt an Quarzkörnern. Denn auch Form, Verschränkung und Mikrostruktur der Feldspate stimmt im allgemeinen in beiderlei Massen ganz überein.

Die Orthoklase pflegen auch hier eine oft überaus große Menge von Poren in ihrer wasserklaren Masse zu bergen, die bei stärkerer Vergrößerung wie dicke dunkle Hohlkugeln, von Eiform, Schlauchform, auch ganz irregulär erscheinen; manche zeigen gar keine lichte Zentralstelle und sind vielleicht innerlich mit einem Sublimationsprodukt beschlagen. Glasige oder schlackige Partikel geben sich mitunter, aber nicht immer kund, andere Interpositionen fehlen gewöhnlich. — Im ganzen steht in diesen Einschlüssen der Plagioklas zurück, doch kommt auch wohl das Gegenteil vor, und andererseits fehlt er mitunter überhaupt. Er ist ebenfalls ganz frisch, scharf und fein lamelliert, zumeist sehr gleichmäßig, während auch einigemal eine sehr verschiedene Breite der Lamellen vorlag, indem solche von 0,11 mm mit solchen von nur 0,01 mm Dicke abwechselten. In einem Falle zeigten sich Plagioklase von einem klaren Rande einheitlichen Orthoklases umwachsen. Auffallend ist der oftmalige Gegensatz, daß, wenn es in dem benachbarten monoklinen Feldspat von dicken Gasporen geradezu wimmelt, der trikline nur äußerst spärliche und allerfeinste enthält. Einige Plagioklase führen wie die angrenzenden Quarze Einschlüsse flüssiger Kohlensäure. Die wohl zu bestimmende Auslöschungsschiefe beträgt in genau basischen Schnitten und Plättchen nach vielen Messungen $3^1/_2{}^0$—4^0 und zwar im negativen Sinne, was auf einen dem Albit genäherten sauren Oligoklas, etwa Ab^8An^1 hinweist. Wird nach dem Beckeschen Verfahren mittels starker Abblendung bei zentraler Beleuchtung die Licht-

brechung des Plagioklases mit der des häufig angrenzenden Quarzes verglichen, so ist ersterer allemal schwächer lichtbrechend als letzterer. Umgekehrt sich verhaltende, dem Andesin oder Labradorit zuzusprechen, wurden nicht gefunden. Selten nur werden diese Feldspatschnitte von zart mikroperthitisch struierten, ebenfalls höchst porenarmen begleitet. Die striemigen Einlagerungen sind außerordentlich fein, und nur von schwachen Gegensätzen in der Lichtbrechung, überhaupt bloß bei schiefer Beleuchtung deutlich zu erkennen.

Die vielfach irregulär zerborstenen Quarze entbehren stets jede Andeutung kristallographischer Begrenzung (als gänzliche Ausnahme erscheinen sie in einem einzigen, sonst körnigen Einschluß nicht ebenfalls in der Form rundlicher oder eckiger Körner, sondern als etwas verlängerte rauchbraune Schmitzen). In Betreff der Führung von Interpositionen verhalten sie sich verschieden; manche sind ganz frei von jedem gasigen, flüssigen oder festen Einschluß, und diese stehen dann im auffallenden Gegensatz zu den üblichen granitischen Quarzen, ähneln manchmal gewissen rhyolithischen. Andere aber enthalten neben anscheinenden Dampfporen auch ganz besonders schöne und reichliche Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure (bis 0,01 mm groß); wird bei entferntem Polarisator eine glimmende Zigarre 2 Sekunden lang unter das Loch des Tischchens gehalten, so verschwindet die unruhig sich bewegende Libelle und sie kehrt erst nach Verlauf von ca 30 Sekunden wieder. Bekanntlich führen auch die Olivine der daran reichen Knollen Einschlüsse von liquider Kohlensäure. Mitunter beherbergen die Quarze anscheinend kurze oder längere dunkle Nädelchen oder Härchen, die zunächst den bekannten Rutilhärchen gleichen; starke Vergrößerung läßt aber in ihnen zumeist überhaupt keine soliden Interpositionen sondern lang cylindrische oder kettenartig dicht an einander gereihte kürzere Hohlräume erkennen.

An den normalen Aggregaten von Quarz und Feldspat beteiligt sich basaltische Zwischenmasse in ganz übereinstimmender Weise wie an den bloß aus Feldspat bestehenden, und oft kann man sehr gut die Stellen beobachten, wo dieselbe mit dem angrenzenden Basalt zusammenhängt. Sie ist selten etwas kräftiger entwickelt, aber doch auch nicht so fein, daß man nicht in den fast wasserklaren Präparaten des Aggregats schon mit

bloßem Auge und namentlich im schief auffallenden Licht ein zartes, außerordentlich vielverschlungenes Netzwerk spinnwebendünner, trüblich weißer, anscheinender Äderchen gewahrte. Das Verhalten u. d. M. ist wiederum so, daß dieselben nicht etwa durch die Mineralindividuen selbst hindurchgehen, sondern es sind nahezu alle die einzelnen irregulär konturierten Feldspate und Quarze von der basaltischen Masse umzogen und von einander durch letztere abgetrennt; nur ganz selten fehlt sie zwischen zwei Mineralkörnern, und es sieht gerade so aus, als ob die kristallinischen Individuen durch dünnstes basaltisches Cäment mit einander verkittet seien. Der Anblick weist viel eher darauf hin, daß schon beim Zusammentritt des Quarzfeldspat-Aggregats Basaltmasse sich beteiligt und zwischen den einzelnen Individuen abgelagert habe, als daß dieselbe eine spätere Injektion zwischen die Körner eines etwas locker gefügten präexistierenden Materials darstelle. Wo die Interstizien breiter sind, liegen wohl relativ große Plagioklase, ganz von ihnen umzingelt, darin. In den üblichen basaltoidischen Streifchen zeigen die mitunter skelettartigen Feldspate häufig dunkle rektanguläre Kerne, im ganzen sind sie reich an Plagioklas, arm an Magnetit und einem vielfach etwas grünlichen Augit, der übrigens an den Rändern kräftiger und reichlicher entwickelt zu sein pflegt; auch kommt eine feldspatführende und fast augitfreie Ausbildung vor (über eine weitere besondere s. S. 180). Wo die Streifchen sich auskeilen, pflegen sie ein blaßgelbliches ganz isotropes Glas darzustellen, in welchem wohl, wie es überhaupt hier nicht selten der Fall, sekundäre Carbonatbildung stellenweise Platz gegriffen hat.

Was die Strukturverhältnisse dieser Aggregate betrifft, so ist ein gleichmäßig körniges granitähnliches Gefüge die Regel. Doch wurden etliche Male auch ganz ungranitähnliche Abweichungen bemerkt. So sitzen z. B. bei Einschlüssen des Finkenbergs stellenweise zwischen den größeren Individuen Partien von bedeutend kleinerem Korn, in denen übrigens die Individuen genau dieselben, nur verjüngte Umrisse besitzen, wie in dem gröberen Gemenge, so daß hier von einem kataklastischen Charakter nicht die Rede sein kann. In einem anderen Einschluß ist zwar das Quarzfeldspat-Aggregat zur Hauptsache rundlich- und eckig-körnig, aber es liegen darin Partien, wo längere leistenförmige Feldspatschnitte zu 5 bis 8 an der Zahl um einen Punkt radial versammelt sind.

Das übliche feine basaltoidische Geäder, hier vorwiegend strahlig-faserig mit globulitischer Zwischensubstanz und nicht sonderlich gut auflöslich, füllt als breite, dreieckig-keilförmig eingeklemmte Interstizien die Räume zwischen den zentrisch zusammengeschossenen Feldspatleisten aus. — Eine undulöse Auslöschung wurde an den Quarzen und Feldspaten nie, auch nicht nur andeutungsweise wahrgenommen.

Neben den normalen kompakten Aggregaten von Feldspat und Quarz kommen sehr selten auch etwas porös lockere Massen aus beiden Gemengteilen vor; letztere sind dann enorm reich an Dampfporen von den verzerrtesten Gestalten, die an allerhand Werkzeuge, Buchstaben, Ziffern erinnern, aber das Aggregat selbst zeigt kein schaumiges Aufgeblähtsein, auch nichts von einem bimssteinähnlichen Charakter. In einem solchen Aggregat wurde die auch hier vorhandene basaltoide Zwischenmasse eigentümlich gegliedert befunden. Als Basis dient ein fein bräunlich-globulitisches Glas, in welchem spärliche Pyroxenkriställchen durch Farbe, Pleochroismus und fast gerade Auslöschung dem Aegirin nahe zu stehen scheinen. In den randlichen Teilen der basaltoidischen Streifen fallen vor allem lange Feldspatstrahlen auf, oft zu zahlreichen parallel in Reihen geordnet; ihre ziemlich großen Querschnitte besitzen regelmäßig arrangierte Einschlüsse von dunklen Schlackenstriemen. In den inneren Teilen der Streifen herrschen anders entwickelte kurze gedrungene Feldspate, mit fast quadratischen oder rechteckigen Schnitten, auch viel ärmer an jenen Interpositionen. Alle diese Feldspate dürften aber monoklin sein. Wo diese Zwischenmasse durch schiefen Schnitt etwas über ein farbloses Mineralkorn hinübergreift, ist ihre Zusammensetzung und Struktur sehr gut zu erkennen, und hier muß man sich an der Grenze gegen die Feldspate hüten, nicht etwa einen gegenseitigen Übergang oder eine „chagrinierte" Beschaffenheit der letzteren anerkennen zu wollen. An sich würde es nicht auffallend sein, wenn an einem Orte, wo das Magma Alkalifeldspat und Quarz aus sich entstehen läßt, auch die hineinspielenden Magmateile keinen eigentlichen Basalt geliefert hätten, sondern kleine Kalifeldspate und Natronpyroxene aus ihnen entstanden wären. Die etwas poröse Ausbildung der Aggregate scheint viel eher auf ursprünglicher Bildung, als etwa auf der Bearbeitung einer vorhanden gewesenen kompakten Masse durch das Magma zu beruhen.

In einem dieser löcherigen Quarzfeldspat-Aggregate saßen in einer Höhlung prächtige modellgleiche Tridymitdrillinge.

Wiederum muß, wie für die Feldspataggregate so auch hier hervorgehoben werden, daß an den untersuchten Materialien sich äußerst wenig von den sonstwie angeführten Erscheinungen einer randlichen Umwandlung, Umkristallisation u. s. w. zu erkennen gab. Auch eine Porricinbildung wurde vermißt an den Stellen, wo die Quarzkörner der Aggregate an den Basalt grenzen. — Dannenberg gibt (59) für die Quarze seiner „granitischen Einschlüsse" eine Umwandlung des Quarzes in Chalcedon an, „welcher zwischen gekr. Nicols einen höchst zierlichen Aufbau aus zahlreichen äußerst feinen radialfaserigen Aggregaten mit dem Bertrandschen Kreuz zeigt", die vielfach mit konzentrischem Gefüge sektorenweise vereinigt sind; ganz analog struierte und beschaffene Radialaggregate sollen aber auch die Ausfüllungsmasse breiterer Spalten des Einschlusses bilden. Derartiges ist in den meisten meiner Präparate ebenfalls zu gewahren, nur hat die äußerlich ganz mit den Angaben übereinstimmende Substanz hier nichts Genetisches mit dem Quarz zu tun und ist auch kein Chalcedon, sondern — aufgewachsenes und sekundär die Fugen erfüllendes Kalkcarbonat.

Längs der Grenze dieser Einschlüsse weicht der Basalt nur darin ab, daß er bisweilen etwas größere und reichlichere Augite enthält, oder daß diese mehr grünlich als bräunlich gefärbt sind. Wenn auch die Grenze zwischen Basalt und den im Präparat farblosen Feldspat- und Quarzschnitten manchmal ganz scharf verläuft, so zeigt sich doch auch vielfach die bemerkenswerte und für die endogene Natur des Einschlusses sprechende Erscheinung, daß braune oder grünliche basaltische Augite stellenweise zur Hälfte in jene farblosen Mineralien hineinragen, selbst am Rande der letzteren ganz von ihnen umschlossen werden. Ja es wurde sogar wahrgenommen, daß die basaltischen Augite sich recht weit in den Feldspat hinein verirren. In nicht seltenen Fällen gesellt sich dazu aber noch der weitere Befund, daß umgekehrt auch die Orthoklassubstanz des Einschlusses in den angrenzenden Basalt hineingreift, indem auf eine gewisse Erstreckung hin die lockeren Gemengteile des letzteren in einem polarisierenden Untergrund desjenigen Feldspats liegen, welcher weiterhin in reiner Ausbildung dem Einschluß angehört. Hier ist also in der Tat ein völliger

Übergang zwischen Einschluß und Basalt vorhanden, und zwar einer von primärer und unmittelbarer Natur.

Das Mittel aus drei Untersuchungen eines weder zu quarzreichen noch zu quarzarmen Materials ergab sich als:

Kieselsäure	72.32	
Titansäure	0.20	
Tonerde	10.23	
Eisenoxydul	3.10	(MnO)
Kalk	1.26	
Magnesia	0.86	
Kali	4.89	
Natron	3.97	
Glühverlust	3.28	
	100.11	

In den üblichen kompakten und körnigen Quarzfeldspat-Aggregaten wird nun mitunter ein Gehalt an noch anderen Mineralien gefunden. So gibt es am Finkenberg solche mit quantitativ allerdings ganz zurücktretenden pfefferkorngroßen Augiten von schön smaragdgrüner Farbe; in den Präparaten ähneln sie den bekannten grünen Kernen in basaltischen Augiten; nach dem 52° betragenden Maximum der Auslöschungsschiefe zu urteilen, scheint eine sonderliche Menge von Natrium nicht darin vorhanden. Abgesehen von feinsten Poren (vielleicht auch minimalen Glaseinschlüssen) führen diese Augite in bemerkenswerter Weise einige bis 0,35 mm große Olivinkörner in sich. Die zwischen den Gemengteilen des Einschlusses hindurchziehende basaltische Zwischenmasse besitzt rund um die Augite eine größere Breite, als zwischen den Feldspaten und Quarzen, sie schwillt hier bis zu 0,3 mm Breite an, und in diesen dickeren basaltischen Strängen liegen auch vereinzelte Körner derselben grünen Augite eingewickelt. Das Aggregat hält keinen Magnetit. — Etwas Augit führende Quarzfeldspat-Aggregate kommen auch am Ölberg vor; ein ziemlich feinkörniger heller Einschluß dieser Art ist nicht ganz kompakt, in den kleinen Interstizien sind winzige Augitkriställchen und Tridymitblättchen aufgewachsen, beide unter der Loupe sehr gut erkennbar.

Seltener, aber genetisch von besonderer Bedeutung ist die Gegenwart von selbständigen (nicht nur vom Augit umhüllten)

Olivinkörnern in diesen Einschlüssen vom Finkenberg. — Es ist hier unter den vielen Quarzfeldspat-Aggregaten auch bisher einmal ein sonst normales gefunden worden, in welchem ganz sporadisch ab und zu ein winziges Biotitblättchen erblickt wurde. Das Mineral spielt aber offenbar, gleich dem Augit, Olivin, Zirkon, Sapphir u. s. w. die Rolle einer zufälligen Beimengung, und ein granitischer Gesteinscharakter wird dadurch nicht im mindesten erzeugt, womit auch die minimale Quantität und die ganz irreguläre Verteilung des Biotits gar nicht übereinstimmen würde.

Wie in den Feldspataggregaten (S. 168f.), so liegen auch in diesen quarzhaltigen Einschlüssen gar nicht selten bis pfefferkorngroße funkelnd rote Zirkone oder blaue Sapphire, ja bisweilen (sehr schön z. B. am Ölberg) finden sich beide Mineralien hier neben einander. Das ganze Vorkommen ist genau analog, so daß an dieser Stelle nichts weiteres mitgeteilt werden kann.

Die enge Verbindung der quarzfreien und quarzhaltigen Einschlüsse spricht sich nicht minder in der gemeinsamen Führung von Sillimanit aus. Letzterer erscheint makroskopisch als fein filzig-faserige Partien eingelagert, von der bekannten graulichweißen, blaßrötlichen oder violettlichen Farbe (mit eingewachsenen Spinellen). Ein besonders schöner Fund besteht aus hellgrauen zollgroßen Plagioklasen, so deutlich für das bloße Auge gestreift, wie die Arendaler Oligoklase, aus erbsendicken Quarzkörnern und violetten Sillimanitbüscheln, in ganz richtungslosem Gemenge.

Doch verknüpft sich in ganz vereinzelten Fällen mit dem Auftreten des Sillimanits auch eine Art von Parallelstruktur, wie ein einmal im Finkenberg gefundenes Stück erweist. Es ist ein überfaustgroßer Einschluß, allenthalben eckig und kantig, offenbar das Fragment einer viel umfangreicheren Masse. Das Quarzfeldspat-Aggregat mit überwiegendem etwas milchigem Quarz in dicken Körnern wird in Abständen von ca 1 cm durchzogen von im Querbruch grauen, 1—1,5 mm dicken, mehr oder wenig parallelen Lagen, nach denen der Einschluß auch leicht spaltet. Auf den Spaltungsflächen sieht man dann, daß diese Lagen aus Sillimanit bestehen, mit dessen glänzenden, filzig verworrenen Büscheln die ganze Fläche dicht bedeckt ist. U. d. M. sind die anscheinend einheitlichen Quarzkörner eine Häufung vieler kleiner. In den Sillimanitlagen treten unzählige ausgezeichnete Querschnitte schief stehender Individuen hervor. Doch beschränkt sich der Silli-

manit nicht auf die grausilberigen makroskopischen Lagen, auch der Quarz und Orthoklas des Einschlusses ist von einer ganz enormen Masse seiner Nädelchen kreuz und quer durchwachsen, die längsten selbst bis zu 1 mm ausgedehnt. Betrachtet man das eigentümliche Stück für sich ganz allein, so könnte man auf die Vermutung kommen, als Ausnahmefall einen glimmerfreien Sillimanitgneiß vor sich zu haben.

Auch noch ein anderer, einmal gefundener Einschluß aus dem Finkenberg, eine halbfaustgroße Masse im Basalt, könnte, aus einiger Entfernung betrachtet, auf den ersten Blick an Gneiß erinnern, indem in einem körnigen vorwiegenden Quarzfeldspat-Aggregat mehr oder weniger parallele langgezogene dunkle schmale Linien verlaufen, ähnlich wie die Biotitflasern auf der Bruchfläche eines grauen Freiberger Gneißes, senkrecht zur Schieferung. Die Hauptmasse besteht u. d. M. aus beiderlei Feldspaten und recht reichlichem Quarz in irregulären Körnern. Mattweiße trübe feinfaserige Streifchen, die bei genauer Betrachtung schon makroskopisch hervortreten, sind Stränge sehr deutlicher Sillimanitnadeln, die sich dem oben erwähnten Parallelismus einfügen. Die dunkeln Lagen aber, welche in erster Linie den scheinbaren Gneiß-Eindruck hervorrufen, sind keine Flasern von Biotit, auch nicht etwa ein halbglasiges Einschmelzungsprodukt desselben, sondern magnetitreiche basaltoide Zwischenmasse, in welcher höckerige Pyroxennädelchen, ja selbst Olivinkörnchen hervortreten. Der makroskopische Parallelismus dieser Partieen ist u. d. M. bei weitem nicht so ausgesprochen, es sind verästelte, ganz abgerissen erscheinende Fetzen, die zwischen den Quarzfeldspat-Partien stecken und sehr wahrscheinlich gleichzeitige Ablagerungen, schwerlich basaltische Injektionen in einen Sillimanitgneiß darstellen.

Schließlich ist noch der Gehalt an Magnetkies zu erwähnen, der gar nicht selten in Partien, welche die Größe der Quarze erreichen, in dem sonst normalen Gemenge liegt und das granitähnliche Ansehen des Einschlusses völlig beseitigt. Beachtenswert sind auch augitführende Quarzfeldspat-Massen, in denen der Magnetkies fast nur an der Peripherie und hier sehr reichlich auftritt. In ähnlicher Weise gibt es augitfreie Aggregate, bei denen bloß die unmittelbar an den Basalt angrenzenden Feldspate viele Apatite in gedrungenen staubigen Prismen führen, während der Gemengteil im Innern des Einschlusses vermißt wird.

Den glimmerfreien Quarzfeldspat-Aggregaten ist bis jetzt wohl immer ein exogener Ursprung zugeschrieben worden, und man hat in denselben, indem die Abwesenheit des Glimmers und seines Schmelzprodukts übersehen oder darauf kein Gewicht gelegt wurde, granitische Einschlüsse erblickt. Selbst diejenigen, welche, wie Rinne, die quarzfreien Feldspateinschlüsse für Urausscheidungen zu halten geneigt sind, haben vor den quarzführenden mit einer analogen Deutung Halt gemacht. Aus dem Vorhergehenden aber dürfte sich zunächst ergeben, daß die in Rede stehenden Einschlüsse mit echten Graniten weiter nichts wesentlich Charakteristisches gemeinsam haben als den Gehalt an Feldspaten und Quarz.

Von vorn herein möchte man vielleicht meinen, daß die allgemeine Struktur des Gemenges ebenso gut — wenn von gewissen Besonderheiten abgesehen wird — einem Granit angehören, als bei einer Ausscheidung zu stande gekommen sein könne. Aber wo in den völlig glimmerlosen Präparaten nur die zerborstenen, ganz interpositionsfreien Quarze und die überaus porenreichen Feldspate nebeneinander liegen, wird man das mikroskopische Bild schwerlich weder mit dem eines normalen Granits verwechseln können, noch auch eine Ähnlichkeit erblicken mit einem durch magmatische Einwirkung veränderten ehemaligen Granit, wie ihn u. a. die Laven der Auvergne, der Basalt des Großdehsaer Berges und benachbarter Punkte der Oberlausitz so typisch verglast enthalten. Auch paßt der makroskopische Gehalt an Sapphir, rotem Zirkon, lebhaft grünem Augit, Sillimanit, insbesondere aber der an Olivin schon an und für sich wenig in den Rahmen eines Granits.[1])

Wer die Quarzfeldspat-Aggregate für exogene granitische Bruchstücke hält, der müßte in dem unterirdischen Granitgebiet

---

1) Lacroix sagt (54), daß die Einschlüsse von Quarzfeldspatgesteinen interessant seien durch Gehalt an Mineralien, die an Ort und Stelle im Anstehenden nicht bekannt sind, z. B. Korund, oder sich darin nur in mikroskopischen Kristallen finden, z. B. Zirkon. Dieser Reichtum an solchen seltenen Mineralien lasse sich dadurch erklären, daß dennoch nachbarlich in der Tiefe Gesteine anstehen, welche durch dieselben ausgezeichnet seien, oder daß diese Mineralien in Folge ihrer größeren Resistenz gegen die Einwirkung von Hitze und Magma in den Einschlüssen angereichert wurden. Die erste Erklärung greift zu einer zwar nicht unmöglichen, aber bei Lichte besehen, recht unwahrscheinlichen und gezwungenen Annahme, die letztere ist nicht unmittelbar verständlich und wird auch durch die Ausführungen auf S. 556 und 557 nicht anschaulicher.

völlig glimmerfreie Strecken voraussetzen, die gerade vom Durchbruch betroffen wären; daneben wäre aber auch das Dasein von glimmer- und quarzfreien anzunehmen, denen die von jenen Aggregaten schwerlich trennbaren reinen Feldspatpartien entstammen.

Wenn oben für die quarzfreien Feldspateinschlüsse darzutun versucht wurde, daß dieselben aller Vermutung nach Ausscheidungen sind, so wird man meiner Erachtung nach mit einem angenäherten Grade von Wahrscheinlichkeit dasselbe für die Quarzfeldspat-Massen aussprechen dürfen. Daß diese Annahme bisher auf Schwierigkeiten und Widerstand stieß, hat vielleicht darin seinen Grund, daß man sich vorstellte, letztere Partien sollten aus demjenigen Magma entstanden sein, welches jetzt die Hauptmasse des Basaltvorkommens darstellt. Dies würde aber wohl nicht der Fall sein, vielmehr wäre anzunehmen, daß sie aus Schlieren festgeworden sind, die durch anderweitige Vorgänge besonders kieselsäure- und alkalireiche, magnesia-, kalk- und eisenarme Beschaffenheit erlangt hatten. Es ist eigentlich für das Zustandekommen dieser Aggregate nichts weiter nötig, als daß das Magma lokal durch Differenzierungen eine noch etwas saurere Zusammensetzung gewonnen hat, als sie bei sonst gleichen chemischen Bestandteilen die Ausscheidung von quarzfreien Feldspataggregaten veranlaßte. Strömungen erzeugten dann Mischung und Ortsveränderung.

Mit den Feldspataggregaten besitzen die in Rede stehenden Einschlüsse in der Tat sehr vieles gemeinsam. Das übereinstimmende Durchzogensein von basaltischem Geäder fällt zwar, wenn es sich dabei um eine Injektion handeln sollte, hier weniger genetisch ins Gewicht, weil es sich dann ebensogut an einem exogenen wie an einem endogenen Einschluß einstellen könnte; indessen ist des öfteren hervorgehoben worden, daß wahrscheinlich mehr eine gleichzeitige Beteiligung eines basaltischen Magmas beim Aufbau der Einschlüsse als ein sekundäres Eindringen auf Spältchen vorliegt. Aber abgesehen von der analogen Mikrostruktur der Feldspate und der chemischen Ähnlichkeit der Plagioklase ist sowohl bei den quarzfreien als den quarzhaltigen Massen der charakteristische Gehalt an Zirkon, Sapphir, Sillimanit (Magneteisen) derselbe, was auf eine übereinstimmende Entstehung hinweist.

Weiterhin spricht auch an den Grenzen der Quarzfeldspat-Einschlüsse das Hineinragen der basaltischen Augite in die Feldspate, ihr völliges Eingebettetsein in den letzteren, augenscheinlich

für die Ausscheidungsnatur. Namentlich ist aber noch eine bedeutsame Erscheinung zu erwähnen, deren im Vorstehenden bisher nicht gedacht wurde: am Finkenberg kommen Olivinknollen vor, die von einer dicken Rinde des normalen Quarzfeldspat-Aggregats umsäumt sind. Mag man über die Herkunft der Olivinknollen denken wie man will, diese umrindende Masse kann hier zweifellos nicht als granitisches Gestein, noch weniger als peripherisches Umwandlungsprodukt sondern nur als aus dem Basalt selbst geboren gelten.

Es ist schließlich bemerkenswert, daß nach allen bisherigen Erfahrungen im Siebengebirge die Quarzfeldspat-Aggregate lediglich an die Basalte gebunden sind, in den dortigen Trachyten und Andesiten nicht gefunden wurden.[1]) Wären die ersteren exogene granitische Bruchstücke, so würde bei der überaus engen örtlichen Vereinigung und dem Durcheinandervorkommen der drei Eruptivgesteine das Fehlen in den beiden letztgenannten ganz unverständlich sein, wenn man nicht auch hier wieder zur Annahme einer durchgängigen und absolut vollständigen Resorption seine unbefriedigende Zuflucht nehmen will. In Anbetracht der supponierten Magmaspaltung dürfte das Beschränktsein auf den Basalt mit dessen Gehalt an Olivinknollen in Verbindung gebracht werden können, die andererseits auch den Trachyten und Andesiten ganz fremd sind. Am Finkenberg kommen gerade beiderlei chemisch polar entgegengesetzte Einschlüsse nebeneinander in besonderer Reichlichkeit vor. Und in den zahlreichen Basaltkuppen der gegenüberliegenden Eifel, wo die Olivinknollen fehlen, ist auch in bezeichnender Weise niemals, soweit bekannt, ein Quarzfeldspat-Einschluß gefunden worden, desgleichen kein Sapphir, vermutlich, weil eben die erforderliche Tonerde-Anreicherung ausblieb.

Vorstehende Erwägungen gelten natürlich nur für die in den rheinischen Basalten zur Untersuchung gelangten Materialien. Die allgemein bekannte Tatsache, daß Fragmente echter Granite oder Massen, die einstmals echte Granite waren, in den Basalten als exogene Körper eingeschlossen vorkommen, wird dadurch nicht berührt, geschweige angezweifelt.

1) Wenn Pohlig (Niederrhein. Ges. zu Bonn, 4. Juli 1887) feinkörnigen Granit, „eingeschmolzen" im Lohrberg-Trachyt erwähnt, so bleibt fraglich, woraus auf die ehemalige Granitnatur der jetzigen Schmelzmasse geschlossen wurde.

Quarz.

Der derbe Quarz in den lediglich aus ihm bestehenden Einschlüssen besitzt ein verschiedenes Ansehen, nämlich mehr oder weniger wasserhell oder etwas graulich, zu vergleichen dem üblichen Quarz der Granite, ferner ist er dem Rauchquarz und endlich dem Fett- oder Milchquarz ähnlich; die bräunliche Farbe verschwindet rasch schon bei mäßigem Erhitzen. Diese Ausbildungsweisen erscheinen im Finkenberg bis zur Größe einer kräftigen Faust; sie sinken herunter zu Partikeln von der Dicke eines Pfefferkorns und können dann makroskopisch leicht mit frischem Olivin verwechselt werden, wenn sie nicht, was häufig der Fall, einen zarten blaßgrünlichen augitischen Porricinring tragen. Doch sind diese kleinen Quarzkörner immer nur ganz vereinzelt zu finden, bei weitem nicht so reichlich und so regelmäßig verteilt, wie in den amerikanischen „Quarzbasalten".

Vielfach wurden Quarzaggregate gefunden, bei denen fast ganz wasserklare Körner mit bräunlichen rauchfarbenen von denselben Dimensionen wechseln. Mitunter ziehen auch durch ein Aggregat heller Körner mehr oder weniger parallele dunkle Schmitzen, bestehend aus ebenso großen Rauchquarz-Körnern. Recht ausgezeichnet sind Stücke aus dem Finkenberg, bei denen bis 7 cm dicke Massen von fast farblosem Quarz, wie es scheint allseitig, umrindet werden von einer 1 cm breiten Peripherie aus ganz dunkelrauchgrauen Quarzkörnern. Hier ist es wohl ganz unmöglich anzunehmen, daß der Einschluß in der Beschaffenheit, mit welcher er jetzt im Basalt liegt, ein exogenes Fragment darstellt; er ist entweder ein exogenes Fragment, dessen peripherische Quarzkörner innerhalb des Basalts mit der rauchgrauen Färbung versehen wurden, oder — eine endogene Ausscheidung, bei welcher der Quarz sich anfangs hell verfestigte, der später darum abgesetzte rauchgrau ausfiel.

In sehr vielen Fällen bietet die mikroskopische Untersuchung dieser reinen Quarzsubstanzen nichts Bemerkenswertes. Gaseinschlüsse und Flüssigkeitseinschlüsse mit immobiler Libelle (deren Verhalten bei Erwärmung die Deutung der Interpositionen als liquide Kohlensäure ausschließt) finden sich in größerer und geringerer Menge, oft insbesondere zu Bändern versammelt, die in den klaren Präparaten trübe milchige Linien hervorbringen; be-

sonders der als Fettquarz bezeichnete, ist in ganz unerhörter Weise mit Poren erfüllt. Glaspartikel scheinen nicht häufig zu sein, fremde Mineraleinwachsungen pflegen zu fehlen, doch kommen hin und wieder ganz zarte dunkle Härchen, ähnlich den in den Granitquarzen vorhandenen, vor (vgl. auch S. 190). — Das Netzwerk feiner trüber Streifchen in den Präparaten körniger Quarze gibt sich aber manchmal auch als Carbonatabsatz auf Spältchen zu erkennen, der bei starker Vergrößerung wohl eine sehr zierliche symmetrische Lagenstruktur besitzt, indem dünne fast dichte Bänder mit faserigen abwechseln.

Das Durchzogensein des klaren Quarzes von milchigem Geäder kann indessen noch eine dritte Ursache haben, die Umsetzung in mikroskopischen Tridymit; wie es scheint, kommt dies nur bei einheitlich individualisierten Stücken vor. Schnurähnliche Aggregate allerkleinster, irregulär neben einander gelagerter wasserklarer Blättchen von äußerst schwacher Doppelbrechung kreuzen sich, scharf gegen den Quarz abgegrenzt und möglicherweise vorhanden gewesenen Sprüngen folgend. Es ist zweifellos, daß die Gebilde keine Körner, sondern ganz dünne Lamellen sind, die sich gegenseitig überschuppen und überdecken. Ihr Aggregat erinnert manchmal an Pflasterung, und eine Tendenz zur Gewinnung sechsseitiger Umrisse ist bei den einzelnen unverkennbar. Der nicht in Tridymit umgewandelte Quarz zeichnet sich dann durch eine außerordentlich undulöse Auslöschung aus, die in ganz kurzen Abständen sehr stark wechselt. Unter den untersuchten Materialien bot ein Einschluß zerborstenen Quarzes (Finkenberg) die wasserhellen Tridymitblättchen sogar makroskopisch erkennbar dar, wie dies auch vom Rath von einem Quarziteinschluß im Basalt von Ramersdorf bei Obercassel berichtet.[1]) Bei Quarzstücken, welche etwas locker im Basalt des Ölbergs sitzen, ist auch die Oberfläche mit größeren Blättchen bedeckt, begleitet von langprismatischen, außen durch eine weiße Substanz zart überzuckerten Augitkriställchen. — Von Bleibtreu wurde solche Tridymitbildung hier nicht beobachtet (494), Dannenberg erwähnt sie ebenfalls nicht (42 ff.); wenn er aber von der „schuppig-körnigen" Erstarrungsweise der auf Spalten in den Quarz eingedrungenen Schmelzmasse redet, so möchte man

1) Niederrheinische Gesellschaft zu Bonn, 14. Juli 1873.

fast vermuten, daß darin Tridymit vorlag, ebenso wie die „feinen radialfaserigen anscheinend zeolithischen Aggregate auf Spalten" dem Carbonat entsprechen könnten. — Schon 1878 gewahrte TRIPPKE Tridymit an der Oberfläche von Quarzeinschlüssen in den Striegauer Basalten[1]); LACROIX beschrieb z. B. (166) in einem Quarzeinschluß der Santorinlava von 1866 eine sehr reichliche Erfüllung aller der unzähligen Spältchen mit Tridymit. Ganz ähnlich den oben angeführten scheinen auch die durch v. CHRUSTSCHOFF besprochenen Ansiedelungen im Quarz des Rossberger Basalts zu sein.[2]) MAX BAUER berichtet nur von einer höchst seltenen Tridymitbildung an einem einzigen Quarzkorn (238).

Ein ganz sonderbarer Quarzeinschluß ist noch zu erwähnen; es ist eine eigentümlich streifen- oder schmitzenweise Abwechslung von mikroskopisch sehr feinkörnigem und ganz bedeutend gröberkörnigem Quarzaggregat, die Individuen des letzteren mit schönen Glaseinschlüssen. Namentlich zwischen den Körnchen des ersteren ist Carbonat reichlich eingedrungen, welches auch breitere Spältchen erfüllt. Dünne Bänder einer basaltoiden Masse, mit dem umgebenden Basalt nachweisbar zusammenhängend, ziehen durch das Präparat; sie sind zur Hauptsache eisblumenähnlich devitrifiziert, hin und wieder mit klareren Glasfleckchen. In ihnen liegen nun in außerordentlicher Menge braungelbe scharfe Kriställchen von starker Lichtbrechung, mit vierflächig pyramidaler Begrenzung der Prismen, gerader Auslöschung, kaum pleochroitisch, welche dem Rutil angehören; sie sind durchschnittlich 0,1 mm lang, aber eine mit der Längsrichtung des Bandes übereinstimmend gestreckte dünne Nadel maß selbst 1 mm. Ist schon die Gegenwart des Rutils unter solchen Verhältnissen, als Ausscheidung aus einem integrierenden Teile des Basaltmagmas auffallend, so gesellt sich dazu die weitere Erscheinung, daß die Rutile an den Rändern des basaltoiden Streifens weit in die angrenzenden gröberen Quarzkörner hineinragen und daß nebenbei die wasserhelle Substanz der letzteren längs des Streifens mit einer Unzahl jener feinen Härchen erfüllt ist, wie sie, in den Granitquarzen liegend, als Rutile gelten. Es mag dahingestellt bleiben, ob hier die gemeinsame Gegenwart des Rutils in der basaltischen Abzweigung und

1) Zeitschr. d. geolog. Gesellsch. XXX. 1878. 157.
2) Mineralog. u. petrograph. Mitteil. VII. 1886. 295.

in dem benachbarten Quarz die Annahme einer Ausscheidung des letzteren unterstützt.

Was die Grenzausbildung des Basalts an den größeren Quarzeinschlüssen anbetrifft, so ist dort in der Regel nichts anderes wahrzunehmen, als daß das ohnehin sehr fein struierte Eruptivgestein noch feiner wird und alsdann unmittelbar am Kontakt dicht neben einander gereihte größere und dickere Augite ausgeschieden sind, welche radial auf der Grenze stehen, sodaß diese Augitzone schon beim Betrachten des Präparats mit der Loupe als schmales dunkelgelbliches Säumchen um den farblosen Quarz herumzieht. Die meist bräunlichgelben Augite haben mitunter, wie auch Dannenberg wahrnahm, grünliche Köpfchen oder grünliche Ränder, auch zeigen sich ein paar ganz grüne Prismen, doch ist dies kein Aegirin sondern ein diopsidartiger Pyroxen. Ein charakteristischer Porricinrand pflegt nicht um die größeren, sondern nur um die ganz kleinen Quarze ausgebildet zu sein. — Abgesehen von der oben erwähnten Umkristallisierung des Quarzes zu Tridymit ist mir eine eigentliche Einschmelzung oder randliche Regeneration desselben in den untersuchten Präparaten zu gewahren nicht gelungen.

Vorwiegend auf der Grenze verlaufend, aber auch wohl streckenweise in den Basalt oder in den Quarzeinschluß einbiegend, schiebt sich in manchen Fällen noch das Ausfüllungsmaterial von Kontraktionsrissen ein. Dasselbe besteht dann häufig aus einer Lage von absolut isotropem, farblosem oder ganz blaßgelblichem, hochgradig zerborstenem Opal, ohne jede weitere Einwachsung, welche auf den ersten Blick leicht mit einer Glaszone verwechselt werden könnte (Dannenberg erwähnt in der Tat (42) jenseits des Quarzes klares hellgelbes Glas). Mit diesem Opal ist Carbonat eng verbunden; es bildet einesteils etwas trübe Lagen am Basalt und am Quarzeinschluß von ganz feinkörniger Struktur mit charakteristischer Aggregatpolarisation, welche Lagen aber stellenweise in radialfaserige Bildungen mit prächtigem Interferenzkreuz übergehen; anderenteils erscheint das Carbonat als mikroskopische Gänge, welche sowohl jene mehr dichte Ausbildungsweise desselben, als auch den Opal kreuz und quer durchsetzen und ebenfalls noch in den Quarzeinschluß hineinziehen.

Wie in den Quarzfeldspat-Aggregaten so kommt auch, wenngleich seltener, in den körnigen Quarzeinschlüssen Sillimanit

in der Form von feinfaserigen Büschelchen, selbst bis 1 cm lang vor (z. B. Finkenberg). Vom Ölberg stammt ein Quarzaggregat mit makroskopischen Graphitblättchen. Sonst sind noch Körner und kleine Partien von Magnetkies in diesen, dann meist etwas milchig beschaffenen Quarzbrocken vorhanden. — Der scharfen Rinden von dunklem körnigem Augit um Quarzpartien wurde schon S. 129 gedacht. Um andere Quarze des Finkenbergs finden sich Säume eines feinen Feldspataggregats.

Ein bestimmtes Urteil über die Natur der in Rede stehenden Quarzeinschlüsse insbesondere des Finkenbergs abzugeben, fällt schwer, doch haben mich alle vergleichenden Erwägungen mehr zu der Anschauung geführt, daß sie hier am Ende auch noch zu den Urausscheidungen gehören dürften, als daß in ihnen exogene Fragmente vorliegen. LACROIX spricht sich allerdings mehrfach (z. B. 21, 43) auf das entschiedenste überhaupt gegen die Möglichkeit einer Quarzausscheidung in solchem Magma aus, und ich selbst habe früher (Lehrb. d. Petrogr. I. 1893. 796) eine ähnliche Überzeugung vertreten. Es scheint zur Zeit noch allgemein üblich, alle Quarzpartien unter die ganz fremden Bruchstücke zu rechnen, wie es z. B. auch von DANNENBERG, M. BAUER u. A. geschieht; RINNE, welcher in der Anerkennung endogener Einschlüsse schon weiter geht, als Andere, hat aber doch überhaupt ein quarzhaltiges Material noch nicht dazu gezählt. Nur einmal ist es versucht worden, Quarzkörnern im Basalt einen endogenen Charakter zuzuschreiben: von DILLER und IDDINGS für die merkwürdig gleichmäßig verteilten in Basalten Californiens, Nevadas uud Neu-Mexicos.[1]) Auffallend ist es eigentlich dem gegenüber, daß man die Quarzteile in den chemisch nahe verwandten Quarzdiabasen ohne Schwierigkeit und ohne Bedenken als primäre Ausscheidungen auffaßt.

Daß in unzähligen anderen Fällen der Basalt aus dem durchbrochenen Gebirge Stücke und Körner von Quarz in sich aufgenommen hat, braucht hier nicht besonders betont zu werden. Die folgenden Betrachtungen beziehen sich eben lediglich auf das diesen Untersuchungen zu Grunde liegende Material.

Vor allem wird man die Quarze in Verbindung mit den anderen nicht-basischen Einschlüssen betrachten müssen, mit den

1) Americ. Journ. of sc. XXXIII. 1887. 45; XXXVI. 1888. 208; Bulletin U. S. geolog. survey, No. 66. 1890; No. 79. 1891. — Vgl. auch GOLLER über Quarz in Kersantitgängen, N. Jahrb. f. Mineralog. Beilageb. VI. 1889. 560.

aus Feldspaten bestehenden und den aus Feldspaten und Körnern eines Quarzes zusammengesetzten, welcher den reinen Quarzvorkommnissen in hohem Grade ähnlich ist. Sind die ersteren Partien wohl ohne Zweifel, die letzteren mit mancher Wahrscheinlichkeit Urausscheidungen, so ist die Anreihung der Quarzeinschlüsse an letztere nicht nur kein so bedenklicher Schritt über die Grenze des Erlaubten hinaus, sondern gewissermaßen eine Konsequenz. Gewann das Magma örtlich eine Zusammensetzung, wie sie dem chemischen Bilde der Quarzfeldspat-Aggregate entspricht, so würde es nur eine weitere Verfolgung der Spaltungstheorie sein, wenn man sich vorstellt, daß daraus nicht allemal ein solches gemengtes Aggregat der beiden Mineralien festzuwerden braucht, sondern hier ein größeres Haufwerk von Feldspatindividuen, daneben eine kleinere Quarzmasse entstehen kann.

Daß verfestigte Quarzausscheidungen mehr als anderweitige endogene Produkte der angreifenden magmatischen Wirkung anheimfielen, kann nicht wundern; die S. 189 angeführte Umsetzung in Tridymit wird erfolgen können, mag der Quarz ein endogener oder ein exogener Einschluß sein.

Im Vorhergehenden ist mehrfach auf die Bedeutung derjenigen Umrindungen von Einschlüssen hingewiesen worden, welche aus Mineralaggregaten bestehen, die selbst wieder als besondere Einschlüsse vorkommen. Auch bei der hier vorliegenden Frage fehlt ein solches bedeutungsvolles Argument für die Ausscheidungsfähigkeit und endogene Natur des Quarzes nicht: aus dem Finkenberg sind normale Olivinknollen bekannt geworden, versehen mit einer scharf abgegrenzten Rinde von echtem und reinem, etwas fettigem Quarz.

Wie weit sich diese Auffassungen auch noch auf sonstige der in den Basalten überhaupt vorkommenden Quarzeinschlüsse ausdehnen lassen, kann hier nicht untersucht werden. Ein ansehnlicher Teil der letzteren ist zweifellos, gemäß der zur Zeit verbreiteten Ansicht exogener Natur.

Picotit.

Abgesehen von seiner Beteiligung namentlich an den Olivinknollen und den dichten Glimmeraggregaten bildet der Picotit im Finkenberg auch größere selbständige, ganz oder fast ganz reine Partien, bis halbfaustdicke Klumpen, wie sie sonst wohl

nirgends vorgekommen sind, von pechschwarzer Farbe, selbst an den Kanten nicht durchscheinend. Auch die Präparate werden schwer lichtdurchlässig und nur an den sehr dünnen Rändern erhält man die Substanz gelblichbraun bis bräunlichgelb pellucid; sie erweist sich als ganz isotrop, auch längs der Sprünge nicht umgewandelt, ganz frei von Interpositionen. Dr. REINISCH wies in ihr einen Chromoxydgehalt von 7,25 % nach, woraus sich ergibt, daß hier nicht etwa Pleonast oder Hercynit vorliegt. Diese Picotitknollen enthalten häufig bis 3 mm große (keine eigentlich mikroskopischen) Olivinkörnchen in spärlicher Menge und von einer Erscheinungsweise wie in den Olivinknollen; andere führen kleine blaßgrünliche Feldspathe. Der an die äußerst zackig und irregulär verlaufende Picotitgrenze anstoßende Basalt ist ganz normal; doch liegt vielfach zwischen beiden eine conforme feine Schale radialstrahligen Carbonats, die aber auch streckenweise nahe der Grenze durch den Basalt zieht.

Apatit.

Die kleinen, mitunter über haselnußdicken Knöllchen von reinem Apatit, dunkelviolett oder grünlich und fettglänzend, welche schwerlich etwas anderes als Ausscheidungen darstellen, zeigen im Finkenberg dieselbe Mikrostruktur, wie die Apatite, die sich an den Augit-, Hornblende-, Feldspat- u. s. w. Aggregaten beteiligen.

Magnetkies.

Einschlüsse von Magnetkies gehören zu den am längsten bekannten; derbe reine Massen von gröberem oder feinerem Korn und bis zu 10 cm Größe kommen mit mehr oder weniger eckiger Begrenzung stets scharf umrandet direkt vom Basalt umschlossen vor (z. B. Godesberg, Lühnsberg, Finkenberg, Petersberg, Papelsberg, Minderberg). U. d. M. pflegt sich in diesen Fällen nichts Bemerkenswertes zu zeigen, meist grenzt ganz normaler Basalt an; kleine Höhlungen des Erzes sind örtlich mit Carbonat erfüllt. Daß um eine größere Magnetkiespartie auch trabantenähnlich kleinere Splitterchen direkt in dem Basalt liegen, ist von vorne herein zu erwarten und genetisch nicht weiter verwertbar. Derartige Einschlüsse sind vielfach als exogene Fragmente, vermutlich

herstammend von unterirdischen Magnetkieslagerstätten im devonischen Grundgebirge aufgefaßt worden; Dannenberg will (57) den Magnetkies „aus dem Granit herleiten". Neuere Aufsammlungen haben indessen für den Kies auch noch eine ganze Menge von weiteren Arten des Auftretens kennen gelehrt, nämlich eine reichliche Beteiligung an recht verschiedenen anderweitigen Einschlüssen im Basalt; letztere Vorkommnisse sind geeignet, die Richtigkeit jener Erklärung durchaus in Zweifel zu ziehen; so sind, z. T. in vielen Stücken, bekannt geworden (mehrfach deckt sich das Auftreten mit dem des Graphits):

1. Gemenge von körnigem Quarz mit manchmal viel Magnetkies. — 2. Reichlicher Magnetkies als große Körner in Quarzfeldspat-Aggregaten (z. B. Finkenberg). — 3. Augitführendes Quarzfeldspat-Aggregat mit magnetkiesreicher Peripherie. — 4. Ein überwalnußgroßer Einschluß, der zu $^4/_5$ aus Feldspatindividuen, zu $^1/_5$ aus blankem Magnetkies besteht, letzterer in bis erbsengroßen Partien. — 5. Magnetkies in sapphirhaltigem Feldspataggregat. — 6. Makroskopische Magnetkieskörnchen, von blauem Sapphir umschlossen, der unmittelbar im Basalt liegt. — 7. Häufiger und reichlicher Magnetkies in den Augitknollen, bald als feine isolierte Körnchen, bald als ein förmliches Geäder hindurchziehend; ähnlich 8. in den Hornblendeknollen und 9. in den Glimmereinschlüssen. — 10. Magnetkies mit Graphitschüppchen, letztere namentlich an den Rändern reichlich (z. B. ein 2 cm langer, 1 cm breiter Einschluß vom Finkenberg).

Bei der Art und Weise, wie sich so der Magnetkies als integrierender Bestandteil an sehr verschiedenen anderen Einschlüssen beteiligt, für welche die Natur als Urausscheidungen gewiß oder wenig zweifelhaft ist, wird man ihm hier wohl einen übereinstimmenden Ursprung aus dem Basaltmagma zuschreiben müssen, womit auch das öftere vorwiegende Gebundensein des Kieses an die Peripherie eines Einschlusses im Einklang stehen würde. Daß das Magma Schwefel enthalten kann, zeigt das Dasein der hauynhaltigen Basalte.

Gar nicht selten umschließen die Magnetkiespartien kleine splitterförmige und bis über centimetergroße rektanguläre Stückchen von blaßviolettlich grauem sog. Basaltjaspis, dessen mikroskopisches Verhalten ganz genau mit dem sonstigen übereinstimmt. Wenn dies ebenfalls darauf verweisen dürfte, daß der

Magnetkies eine Ausscheidung um dieselben darstellt, so darf andererseits nicht unerwähnt bleiben, daß am Finkenberg auch große Stücke von Basaltjaspis vorkommen, in deren Innerem eine Partie von Magnetkies sitzt. Ist der Basaltjaspis ein mehr oder weniger verändertes fremdes exogenes Bruchstück von toniger Grauwacke, so kann dem Kies hier schwerlich die Rolle einer Ausscheidung zugeschrieben werden; die beiden angeführten umgekehrten Umschließungen lassen sich genetisch kaum in gemeinsamer Weise deuten und müssen vorläufig rätselhaft bleiben. Auch POHLIG berichtet übrigens (Niederrhein. Gesellsch. 1892. 55) über einen großen „Magnetkieswürfel" (?) aus dem Basalt des Ölbergs, der zunächst von einer violetten „jaspisartigen" Lage umhüllt ist.

Magneteisen.

Die größeren Partien des Erzes erscheinen zumeist in der rundlichen Form des sog. schlackigen titanhaltigen Magneteisens, derb, eisenschwarz, ausgezeichnet muschelig brechend und glasflußähnlich (z. B. Unkeler Steinbruch, Scheidskopf, Godesberg, Kutzenberg, Nonnenstromberg, Jungfernberg, Finkenberg); dieselben erreichen beinahe Walnußgröße; in einer solchen Partie saß in der Mitte ein 7 mm langer Apatit. Über Mikrostrukturelles kann nichts angeführt werden, da die Substanz auch bei größter Dünne total impellucid bleibt. — DANNENBERG glaubt (56), daß die schlackig aussehenden Magneteisenmassen wohl stets als fremde Einschlüsse betrachtet worden seien; LEHMANN hält bei der Besprechung eines Vorkommens die Herkunft aus einem sehr grobkristallinischen Gestein für nicht zweifelhaft (8, 9). Angesichts des Auftretens von mikroskopischem Magnetit im Basalt und in Erwägung des über Sapphir und Zirkon Angeführten ist gar keine Veranlassung, für das Dasein größerer Partien des Erzes ein dieselben ursprünglich umschließendes „Muttergestein" verantwortlich zu machen, aus welchem sie isoliert worden seien.

Graphit.

Über das Vorkommen von Graphit war früher fast nichts bekannt; er wird z. B. weder von BLEIBTREU, noch von DANNENBERG oder LASPEYRES erwähnt. Neuerdings ist er jedoch häufig und

in abweichendem Auftreten gefunden worden, insbesondere in dem Finkenberg. O. Becker macht darüber (72, 75) eine Anzahl zutreffender Angaben. Nach diesen und weiteren eigenen Beobachtungen findet sich der Graphit makroskopisch ausgebildet:

1. Ohne weitere Begleitschaft als selbständige Partien direkt im Basalt; Herr Kleutgen besitzt z. B. ein altes vielbetrachtetes und früher für Molybdänglanz gehaltenes Vorkommen dieser Art, eine bohnengroße Graphitpartie mit gewölbter blätteriger Oberfläche, unmittelbar vom Basalt des Ölbergs umschlossen.

2. als feine, mitunter scharf sechsseitig ausgebildete Blättchen in den körnigen Quarzaggregaten (Finkenberg, Ölberg); ferner nach O. Becker (73) ebenso 3. in Feldspatpartien.

4. in ganz ähnlicher Weise und bisweilen recht reichlich in den Quarzfeldspat-Aggregaten, von denen viele graphithaltige Proben vorliegen. O. Becker beschreibt auch einen durch Graphitstaub dunklen Plagioklaseinschluß vom Finkenberg, worin sich wenig grauer Korund, reichlich Magnetkies und in der Mitte eine 10 : 10 mm dicke Partie von starkglänzendem Graphit eingelagert finden. Hierher gehört wohl auch die Angabe v. Dechens (157, die einzige ältere über das Mineral), daß im Basalt des Minderbergs bei Linz „Granitstücke" eingeschlossen vorkommen, in denen gar kein Glimmer, sondern an dessen Stelle Graphit enthalten ist.

5. in den Magnetkieseinschlüssen, bald als kleine blätterige Partien zugegen, bald die Fugen der Kieslamellen überziehend; auch kommen Magnetkiespartien vor, wo die Schüppchen des Graphits am Rande beträchtlich angereichert oder dort lediglich vorhanden sind. In olivinischen oder pyroxenischen Einschlüssen ist Graphit wohl nicht beobachtet.

Die Art und Weise des Auftretens macht die Ausscheidung aus dem Basaltmagma wahrscheinlich. Eine gewisse Analogie läge mit den Basalten Grönlands vor: hier sind nicht nur die darin enthaltenen Massen von gediegenem Eisen mit Graphit verknüpft, sondern Steenstrup fand Graphit auch in grönländischen Basalten, welche kein metallisches Eisen erkennen lassen, sowohl in gleichmäßiger Verteilung, als zu rundlichen Kügelchen zusammengeballt, als im Feldspat fein eingewachsen.[1])

1) K. J. V. Steenstrup (und Lorenzen), Ztschr. d. geol. Gesellsch. XXVIII. 1876. 228, 231; XXXV. 1883. 697.

Es gelangte auch eine Reihe von Objekten zur Untersuchung, die sich als völlig eingeschmolzene und auf neue Weise verfestigte alte Einschlüsse bekundeten, bei denen nichts auf die ehemalige Mineralführung und Struktur mehr hinwies; z. B. kaffeebraune Gläser mit ausgeschiedenen farblosen Kristallen und skelettähnlichen Wachstumsformen von Feldspat, sowie grünen Pyroxenen, auch wohl winzigen Spinellen oder vereinzelten himmelblauen Sapphirprismen. Die Beschreibung solcher Vorkommnisse, welche u. a. im Finkenberg kaum vorhanden, im Ölberg recht reichlich sind, liegt aber außerhalb des Rahmens dieser Abhandlung, da sie zur Entscheidung der darin speziell behandelten Fragen nichts beitragen können. Aus demselben Grunde wird auch hier auf die Veränderungen nicht eingegangen, welche unzweifelhafte exogene Fragmente, z. B. von quarzreicher feinklastischer Grauwacke oder von mergeligem Sandstein zu sog. Basaltjaspis oder verglastem Sandstein erfahren haben.

ELFTER BAND. (XVIII. Bd.) Mit 8 Tafeln. hoch 4. 1878. brosch. Preis 21 *M.*

G. T. FECHNER, Ueber den Ausgangswerth der kleinsten Abweichungssumme, dessen Bestimmung, Verwendung und Verallgemeinerung. 1874. 2 *M.*
C. NEUMANN, Ueber das von Weber für die elektrischen Kräfte aufgestellte Gesetz. 1874. 3 *M.*
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 11. Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Kalkspathes, des Berylles, des Idocrases und des Apophyllites. Mit 3 Taf. 1875. 2 *M.*
P. A. HANSEN, Ueber die Störungen der grossen Planeten, insbesondere des Jupiter. 1875. 6 *M.*
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 12. Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Gypses, des Diopsids, des Orthoklases, des Albits und des Periklins. Mit 4 Taf. 1875. 2 *M.*
W. SCHEIBNER, Dioptrische Untersuchungen, insbesondere über das Hansen'sche Objectiv. 1876. 3 *M.*
C. NEUMANN, Das Weber'sche Gesetz bei Zugrundelegung der unitarischen Anschauungsweise. 1876. 1 *M.*
W. WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbes. über die Energie der Wechselwirkung. Mit 1 Taf. 1878. 2 *M.*

ZWÖLFTER BAND. (XX. Bd.) Mit 13 Tafeln. hoch 4. 1883. brosch. Preis 22 *M.*

W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 13. Abhandlung: Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Apatits, Brucits, Coelestins, Prehnits, Natroliths, Skolezits, Datoliths und Axinits. Mit 3 Taf. 1878. 2 *M.*
W. SCHEIBNER, Zur Reduction elliptischer Integrale in reeller Form. 1879. 5 *M.*
—— Supplement zur Abhandlung über die Reduction elliptischer Integrale in reeller Form. 1880. 1 *M* 50 ₰.
W. G. HANKEL, Elektr. Untersuch. 14. Abhdlg.: Ueb. d. photo- u. thermoelektr. Eigensch. d. Flussspathes. M. 3 Taf. 1879. 2 *M.*
C. BRUHNS, Neue Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Sternwarte in Leipzig und der neuen Sternwarte auf der Türkenschanze in Wien. 1880. 2 *M* 40 ₰.
C. NEUMANN, Ueber die peripolaren Coordinaten. 1880. 1 *M* 50 ₰.
—— Die Vertheilung der Elektricität auf einer Kugelcalotte. 1880. 2 *M* 40 ₰.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 15. Abhandlung: Ueber die aktino- und piezoelektrischen Eigenschaften des Bergkrystalles und ihre Beziehung zu den thermoelektrischen. Mit 4 Tafeln. 1881. 2 *M.*
—— Elektr. Untersuchungen. 16. Abhdlg.: Ueb. die thermoelektr. Eigensch. d. Helvins, Mellits, Pyromorphits, Mimetesits, Phenakits, Pennins, Dioptases, Strontianits, Witherits, Cerussits, Euklases und Titanits. Mit 3 Taf. 1882. 2 *M.*
—— Elektr. Untersuch. 17. Abhdlg.: Ueber die bei einigen Gasentwickelungen auftretenden Elektricitäten. 1883. 1 *M* 80 ₰.

DREIZEHNTER BAND. (XXII. Bd.) Mit 8 Tafeln. hoch 4. 1887. brosch. Preis 30 *M.*

G. T. FECHNER, Ueber die Frage des Weber'schen Gesetzes u. Periodicitätsgesetzes im Geb. d. Zeitsinnes. 1884. 2 *M* 80 ₰.
—— Ueber die Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Maassbestimmungen der Feinheit oder extensiven Empfindlichkeit des Raumsinnes. 1884. 7 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendende Methode, erläutert am Gelenkmechanismus des Vorderarmes beim Menschen. Mit 4 Taf. 1885. 2 *M.*
F. KLEIN, Ueber die ellipt. Normalcurven der n^{ten} Ordnung u. zugehörige Modulfunctionen der n^{ten} Stufe. 1885. 1 *M* 80 ₰.
C. NEUMANN, Ueber die Kugelfunctionen P_n und Q_n, insbesondere über die Entwicklung der Ausdrücke $P_n(zz_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2}\cos\Phi)$ und $Q_n(zz_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2}\cos\Phi)$. 1886. 2 *M* 40 ₰.
W. HIS, Zur Geschichte des menschl. Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Mit 1 Taf. u. 10 Holzschn. 1886. 2 *M.*
H. BRUNS, Über eine Aufgabe der Ausgleichungsrechnung. 1886. 2 *M.*
R. LEUCKART, Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues u. der Lebensgeschichte der Nematoden. Mit 3 Taf. 1887. 7 *M.*
C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels. 1. Abhdlg. Mit 11 Holzschn. 1887. 3 *M* 20 ₰.

VIERZEHNTER BAND. (XXIV. Bd.) Mit 54 Taf. u. 1 geolog. Karte. hoch 4. 1888. brosch. Preis 42 *M.*

J. WISLICENUS, Über die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekulen und ihre Bestimmung in geometrisch-isomeren ungesättigten Verbindungen. Mit 186 Fig. 2. Abdruck. 1889. 4 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes. 1. Th.: Das Ellenbogengelenk von O. Fischer. 2. Th.: Das Handgelenk von W. Braune und O. Fischer. Mit 12 Holzschn. u. 15 Taf. 1887. 5 *M.*
J. P. MALL, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. Mit 6 Taf. 1887. 5 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Das Gesetz der Bewegungen in den Gelenken an der Basis der mittleren Finger und im Handgelenk des Menschen. Mit 2 Holzschn. 1887. 1 *M.*
O. DRASCH, Untersuch. über die papillae foliatae et circumvallatae d. Kaninchens u. Feldhasen. Mit 8 Taf. 1887. 4 *M.*
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 18. Abhandlung: Fortsetzung der Versuche über das elektrische Verhalten der Quarz- und der Boracitkrystalle. Mit 3 Taf. 1887. 2 *M.*
W. HIS, Zur Gesch. des Gehirns, sowie der centralen u. peripher. Nervenbahnen. Mit 3 Taf. u. 27 Holzschn. 1888. 3 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Über den Antheil, den die einzelnen Gelenke des Schultergürtels an der Beweglichkeit des menschlichen Humerus haben. Mit 3 Taf. 1888. 1 *M* 60 ₰.
G. HEINRICIUS und H. KRONECKER, Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme. Mit 5 Taf. 1888. 1 *M* 80 ₰.
J. WALTHER, Die Korallenriffe d. Sinaihalbinsel. Mit 1 geolog. Karte, 7 lithogr. Taf., 1 Lichtdrucktaf. u. 34 Zinkotyp. 1888. 6 *M.*
W. SPALTEHOLZ, Die Vertheilung der Blutgefässe im Muskel. Mit 3 Taf. 1888. 1 *M* 80 ₰.
S. LIE, Zur Theorie der Berührungstransformationen. 1888. 1 *M.*
C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels. Zweite Abhandlung. Mit 19 Holzschn. 1888. 6 *M.*

FÜNFZEHNTER BAND. (XXVI. Bd.) Mit 42 Tafeln. hoch 4. 1890. brosch. Preis 35 *M.*

B. PETER, Monographie der Sternhaufen G. C. 4460 und G. C. 1440, sowie einer Sterngruppe bei o Piscium. Mit 2 Taf. und 2 Holzschn. 1889. 4 *M.*
W. OSTWALD, Über die Affinitätsgrössen organ. Säuren u. ihre Bezieh. zur Zusammensets. u. Constitution ders. 1889. 5 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenk des Menschen. Mit 5 Taf. und 6 Holzschn. 1889. 3 *M.*
W. HIS, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark. Mit 4 Taf. 1889. 3 *M.*
W. PFEFFER, Beiträge zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. 1889. 5 *M.*
A. SCHENK, Über Medullosa Cotta und Tubicaulis Cotta. Mit 3 Taf. 1889. 2 *M.*
W. BRAUNE und O. FISCHER, Über den Schwerpunkt des menschlichen Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infanteristen. Mit 17 Taf. und 18 Fig. 1889. 8 *M.*
W. HIS, Die Formentwickl. des menschl. Vorderhirns vom Ende des 1. bis z. Beginn des 3. Monats. Mit 1 Taf. 1889. 2 *M* 80 ₰.
J. GAULE, Zahl und Vertheilung der markhaltigen Fäsern im Froschrückenmark. Mit 10 Taf. 1889. 3 *M.*

SECHZEHNTER BAND. (XXVII. Bd.) Mit 19 Tafeln. hoch 4. 1891. brosch. Preis 21 *M.*

P. STARKE, Arbeitsleistung u. Wärmeentwickelung bei der verzögerten Muskelzuckung. Mit 9 Taf. u. 3 Holzsch. 1890. 6 *M.*
W. PFEFFER, I. Über Aufnahme u. Ausgabe ungelöster Körper. — II. Zur Kenntniss der Plasmahaut u. d. Vacuolen nebst Bemerk. über d. Aggregatzustand d. Protoplasmas u. über osmotische Vorgänge. Mit 2 Taf. und 1 Holzschn. 1890. 7 *M.*
J. WALTHER, Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Untersuchungen über die Bildung der Sedimente in den ägyptischen Wüsten. Mit 8 Taf. und 99 Zinkätzungen. 1891. 8 *M.*

SIEBZEHNTER BAND. (XXIX. Bd.) Mit 43 Tafeln. hoch 4. 1891. brosch. Preis 33 *M.*

W. HIS, Die Entw. d. menschl. Rautenhirns v. Ende d. 1. b. z. Beginn d. 3. Monats. I. Verläng. Mark. M. 4 Taf. u. 18 Holzsch. 1891. 4 *M.*
W. BRAUNE u. O. FISCHER, Die Beweg. d. Kniegelenks, n. e. neu. Meth. am leb. Mensch. gemess. Mit 19 Taf. u. 6 Fig. 1891. 5 *M.*
R. HAHN, Mikrometr. Vermess. d. Sternhaufens Σ762, ausgef. am zwölffüss. Äquatoreal d. Leips. Sternwarte. M. 1 Taf. 1891. 6 *M.*
F. MALL, Das reticulirte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Mit 11 Taf. 1891. 5 *M.*
L. KREHL, Beiträge zur Kenntniss der Füllung und Entleerung des Herzens. Mit 7 Taf. 1891. 5 *M.*
J. HARTMANN, Die Vergrösserung des Erdschattens bei Mondfinsternissen. Mit 1 lithogr. Taf. u. 3 Textfig. 1891. 8 *M.*

ACHTZEHNTER BAND. (XXXI. Bd.) Mit 26 Tafeln. hoch 4. 1893. brosch. Preis 24 *M.*

W. HIS jun., Die Entwickelung des Hirnnervensystems bei Wirbelthieren. Mit 4 Taf. 1891. 5 *M.*
C. NEUMANN, Über einen eigenthümlichen Fall elektrodynamischer Induction. Mit 1 Holzschn. 1892. 3 *M.*
W. PFEFFER, Studien zur Energetik der Pflanze. 1892. 4 *M.*
W. OSTWALD, Ueber die Farbe der Ionen. Mit 7 Taf. 1892. 2 *M.*
O. EICHLER, Anatom. Untersuch. über die Wege des Blutstromes im menschl. Ohrlabyrinth. Mit 4 Taf. u. 3 Holzsch. 1892. 3 *M.*
H. HELD, Die Beziehungen des Vorderseitenstranges zu Mittel- und Hinterhirn. Mit 3 Taf. 1892. 1 *M* 20 ₰.
W. G. HANKEL und H. LINDENBERG, Elektrische Untersuchungen. 19. Abhandlung: Über die thermo- und piëzoelektrischen Eigenschaften der Krystalle des chlorsauren Natrons, des unterschwefelsauren Kalis, des Seignettesalzes, des Resorcins, des Milchzuckers und des dichromsauren Kalis. Mit 3 Taf. 1892. 1 *M* 80 ₰.
W. BRAUNE u. O. FISCHER, Bestimm. d. Trägheitsmomente d. menschl. Körpers u. sein. Glieder. Mit 5 Taf. u. 7 Fig. 1892. 4 *M.*

NEUNZEHNTER BAND. (XXXII. Bd.) Mit 13 Tafeln. hoch 4. 1893. brosch. Preis 12 *M.*

J. T. STERZEL, Die Flora des Rothliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden. Mit 13 Taf. 1893. 12 *M.*

ZWANZIGSTER BAND. (XXXIII. Bd.) Mit 6 Tafeln. hoch 4. 1893. brosch. Preis 21 *M*.

O. FISCHER, Die Arbeit der Muskeln u. die lebendige Kraft des menschlichen Körpers. Mit 2 Taf. u. 11 Fig. 1893. 4 *M*.
E. STUDY, Sphärische Trigonometrie, orthogonale Substitutionen und elliptische Functionen. Mit 16 Fig. 1893. 5 *M*.
W. PFEFFER, Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Mit 14 Holzschn. 1893. 8 *M*.
H. CREDNER, Zur Histologie der Faltenzähne paläozoischer Stegocephalen. Mit 4 Taf. u. 5 Textfig. 1893. 4 *M*.

EINUNDZWANZIGSTER BAND. (XXXV. Bd.) Mit 17 Tafeln. hoch 4. 1895. brosch. Preis 27 *M*.

O. EICHLER, Die Wege des Blutstromes durch den Vorhof u. d. Bogengänge d. Menschen. Mit 1 Doppeltaf. 1894. 1 *M*.
W. G. HANKEL und H. LINDENBERG, Elektrische Untersuchungen. 20. Abhandlung: Über die thermo- und piëzo-elektrischen Eigenschaften der Krystalle des brom- und überjodsauren Natrons, des Asparagins, des Chlor- und Brombaryums, sowie des unterschwefelsauren Baryts und Strontians. Mit 2 Taf. 1894. 1 *M* 60 ₰.
S. LIE, Untersuchungen über unendliche continuirliche Gruppen. 1895. 5 *M*.
W. BRAUNE u. O. FISCHER, Der Gang d. Menschen. I. Th.: Vers. am unbelast. u. bel. Mensch. M. 14 Taf. u. 26 Textfig. 1895. 12 *M*.
H. BRUNS, Das Eikonal. 1895. 5 *M*.
J. THOMAE, Untersuchungen über zwei-zweideutige Verwandtschaften u. einige Erzeugnisse derselben. 1895. 3 *M*.

ZWEIUNDZWANZIGSTER BAND. (XXXVII. Bd.) Mit 12 Tafeln. hoch 4. 1895. brosch. Preis 20 *M*.

H. CREDNER, Die Phosphoritknollen d. Leipz. Mitteloligocäns u. d. norddeutschen Phosphoritsonen. Mit 1 Taf. 1895. 2 *M*.
O. FISCHER, Beitr. zu e. Muskeldynamik. 1. Abhdlg.: Üb. d. Wirkungsweise eingelenkig. Muskeln. M. 3 Taf. u. 13 Textfig. 1895. 9 *M*.
R. BOEHM, D. südamerik. Pfeilgift Curare in chem. u. pharmakolog. Beziehg. I. Th.: Das Tubo-Curare. Mit 1 Taf. 1895. 1 *M* 80 ₰.
B. PETER, Beob. am sechszölligen Repsoldschen Heliometer der Leipz. Sternwarte. Mit 4 Textfig. u. 1 Doppeltaf. 1895. 6 *M*.
W. HIS, Anatom. Forsch. üb. Joh. Seb. Bach's Gebeine u. Antlitz nebst Bemerk. üb. dessen Bilder. Mit 15 Textfig. u. 1 Taf. 1895. 2 *M*.

DREIUNDZWANZIGSTER BAND. (XL. Bd.) Mit 12 Tafeln. hoch 4. 1897. brosch. Preis 29 *M*.

P. DRUDE, Über die anomale elektrische Dispersion von Flüssigkeiten. Mit 1 Taf. und 2 Textfig. 1896. 2 *M*.
—— Zur Theorie stehender elektrischer Drahtwellen Mit 1 Taf. 1896. 5 *M*.
M. v. FREY, Untersuch. üb. d. Sinnesfunctionen d. menschl. Haut. 1. Abhdlg.: Druckempfindg. u. Schmerz. M. 16 Textfig. 1896. 5 *M*.
O. FISCHER, Beiträge zur Muskelstatik. Erste Abhandlung: Ueber das Gleichgewicht zwischen Schwere und Muskeln am zweigliedrigen System. Mit 7 Taf. und 21 Textfig. 1896. 6 *M*.
J. HARTMANN, Die Beobachtung der Mondfinsternisse. Mit 4 Textfig. 1896. 5 *M*.
O. FISCHER, Beiträge zu einer Muskeldynamik. Zweite Abhandlung: Über die Wirkung der Schwere und beliebiger Muskeln auf das zweigliedrige System. Mit 4 Taf. und 12 Textfig. 1897. 6 *M*.

VIERUNDZWANZIGSTER BAND. (XLII. Bd.) Mit 12 Taf. hoch 4. 1898. brosch. Preis 23 *M* 50 ₰.

R. BOEHM, Das südamerikanische Pfeilgift Curare in chemischer und pharmakologischer Beziehung. II. Theil (Schluss). I. Das Calebassencurare. II. Das Topfcurare. III. Über einige Curarerinden. Mit 4 Taf. u. 1 Textfig. 1897. 3 *M*.
W. WUNDT, Die geometrisch-optischen Täuschungen. Mit 65 Textfiguren. 1898. 5 *M*.
B. PETER, Beobacht. am sechszöll. Repsoldschen Heliometer d. Leipz. Sternwarte. II. Abhdlg. M. 2 Textfig. u. 1 Taf. 1898. 5 *M*.
H. CREDNER, Die Sächs. Erdbeben während der J. 1889 bis 1897. Mit 5 Taf. u. 2 in d. Text gedruckt. Kärtch. 1898. 4 *M* 50 ₰.
W. HIS, Über Zellen- und Syncytienbildung, Studien am Salmonidenkeim. Mit 14 Figuren im Text. 1898. 4 *M*.
W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 21. Abhandlung: Über die thermo- u. piëzo-elektrischen Eigenschaften der Krystalle des ameisensauren Baryts, Bleioxyds, Strontians und Kalkes, des salpetersauren Baryts und Bleioxyds, des schwefelsauren Kalis, des Glycocolls, Taurins und Quercits. Mit 2 Taf. 1899. 2 *M*.

FÜNFUNDZWANZIGSTER BAND. (XLIII. Bd.) Mit 25 Taf. u. 62 Textfig. 1900. Preis 26 *M* 30 ₰.

O. FISCHER, Der Gang des Menschen. II. Theil: Die Bewegung des Gesammtschwerpunktes und die äusseren Kräfte. Mit 12 Taf. und 5 Textfig. 1899. 8 *M*.
W. SCHEIBNER, Ueber die Differentialgleichungen der Mondbewegung. 1899. 1 *M* 50 ₰.
W. HIS, Protoplasmastudien am Salmonidenkeim. Mit 3 Taf. und 21 Textfig. 1899. 5 *M*.
W. OSTWALD, Period. Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. Erste Mittheil. Mit 6 Taf. 1899. 3 *M*.
S. GARTEN, Beitr. zur Physiologie des elektr. Organes d. Zitterrochen. Mit 1 Lichtdruck- u. 3 lithograph. Taf. 1899. 5 *M*.
W. SCHEIBNER, Zur Theorie des Legendre-Jacobi'schen Symbols $\left(\frac{n}{m}\right)$. 1900. 1 *M* 80 ₰.
W. OSTWALD, Dampfdrucke ternärer Gemische. Mit 36 Textfig. 1900. 2 *M*.

SECHSUNDZWANZIGSTER BAND. (XLV. Bd.) Mit 35 Taf. u. 140 Textfig. 1901. brosch. Preis 36 *M*.

E. BECKMANN, Neue Vorrichtungen zum Färben nichtleuchtender Flammen (Spektrallampen). Mit 2 Taf. 1900. 2 *M*.
W. OSTWALD, Period. Erschein. bei der Auflösung d. Chroms in Säuren. Zweite Mittheil. M. 16 Textfig. 1900. 2 *M* 50 ₰.
O. FISCHER, Der Gang des Menschen. III. Theil: Betrachtungen über die weiteren Ziele der Untersuchung und Ueberblick über die Bewegungen der unteren Extremitäten. Mit 7 Taf. und 3 Textfig. 1900. 6 *M*.
W. HIS, Lecithoblast und Angioblast der Wirbelthiere. Histogenetische Studien. Mit 102 Textfig. 1900. 8 *M*.
S. GARTEN, Ueber rhythmische, elektrische Vorgänge im quergestreiften Skelettmuskel. Mit 13 Doppeltaf. 1901. 5 *M* 50 ₰.
R. FICK, Über die Bewegungen in den Handgelenken. Mit 8 Fig i. T., 7 photogr. u. 3 lithogr. Taf. 1901. 6 *M* 50 ₰.
O. FISCHER, Der Gang des Menschen. IV. Theil: Über die Bewegung des Fusses und die auf denselben einwirkenden Kräfte. Mit 3 Taf. und 11 Textfig. 1901. 5 *M* 50 ₰.

SIEBENUNDZWANZIGSTER BAND. (XLVI. Bd.) Mit 13 Taf. u. 60 Textfig. 1902. Preis 35 *M* 30 ₰.

E. GROSSMANN, Beobachtungen am Repsold'schen Meridiankreise der von Kuffner'schen Sternwarte in Wien-Ottakring in den Jahren 1896—1898. Mit 4 Textfig. 1901. 6 *M*.
C. NEUMANN, Ueber die Maxwell-Hertz'sche Theorie. Mit 3 Textfig. 1901. 3 *M* 50 ₰.
W. HIS, Beobachtungen z. Geschichte d. Nasen- u. Gaumenbildung beim menschl. Embryo. M. 48 Fig. i. T. 1901. 3 *M* 80 ₰.
F. MARCHAND, Ueber das Hirngewicht des Menschen. 1902. 3 *M*.
O. FISCHER, Das statische und das kinetische Maass für die Wirkung eines Muskels, erläutert an ein- und zweigelenkigen Muskeln des Oberschenkels. Mit 12 Taf. 1902. 7 *M* 50 ₰.
B. PETER, Beobacht. am sechszöll. Repsoldschen Heliometer d. Leipz. Sternwarte. III. Abhdlg. Mit 1 Taf. 1902. 2 *M* 50 ₰.
W. SCHEIBNER, Zur Theorie des Legendre-Jacobi'schen Symbols $\left(\frac{n}{m}\right)$, insbesondere über zweitheilige complexe Zahlen. Abhandlung II. Mit 2 Textfig. 1902. 3 *M* 50 ₰.
C. NEUMANN, Ueber die Maxwell-Hertz'sche Theorie. Zweite Abhandlung. Mit 3 Textfig. 1902. 3 *M* 50 ₰.
F. HAYN, Selenographische Koordinaten. I. Abhandlung. 1902. 2 *M*.

ACHTUNDZWANZIGSTER BAND.

H. HELD, Untersuchungen über den feineren Bau des Gehörorgans der Wirbeltiere. I. Zur Kenntnis des Cortischen Organs und des Goltzschen Sinnesapparates bei Säugetieren. Mit 4 Doppelt., 1 Taf. u. 2 Fig. i. T. 1902. 6 *M*.
C. NEUMANN, Ueber die Maxwell-Hertz'sche Theorie. Dritte Abhandlung. Mit 3 Textfig. 1903. 1 *M* 50 ₰.
F. ZIRKEL, Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten. 1903. 3 *M*.

Leipzig, Januar 1903. **B. G. Teubner.**

SITZUNGSBERICHTE
DER KÖNIGL. SÄCHSISCHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.
KLEINERE ABHANDLUNGEN.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Erster Band. Aus den Jahren 1846 und 1847. Mit Kupfern. gr. 8. 12 Hefte.

—— Zweiter Band. Aus dem Jahre 1848. Mit Kupfern. gr. 8. 6 Hefte.

Vom Jahre 1849 an sind die Berichte der beiden Classen getrennt erschienen.

— — Mathematisch-physische Classe. 1849 (3) 1850 (3) 1851 (2) 1852 (2) 1853 (3) 1854 (3) 1855 (2) 1856 (2) 1857 (3) 1858 (3) 1859 (4) 1860 (3) 1861 (2) 1862 (1) 1863 (2) 1864 (1) 1865 (1) 1866 (5) 1867 (4) 1868 (3) 1869 (4) 1870 (5) 1871 (7) 1872 (4 mit Beiheft) 1873 (7) 1874 (5) 1875 (4) 1876 (2) 1877 (2) 1878 (1) 1879 (1) 1880 (1) 1881 (1) 1882 (1) 1883 (1) 1884 (2) 1885 (3) 1886 (4 mit Supplement) 1887 (2) 1888 (2) 1889 (4) 1890 (4) 1891 (5) 1892 (6) 1893 (9) 1894 (3) 1895 (6) 1896 (6) 1897 (3) 1898 (5) 1899 (5) 1900 (6) 1901 (7).

— — Naturwissenschaftliche Reihe. 1896 1899.

— — Philologisch-historische Classe. 1849 (5) 1850 (4) 1851 (5) 1852 (4) 1853 (5) 1854 (6) 1855 (4) 1856 (4) 1857 (1) 1858 (2) 1859 (4) 1860 (4) 1861 (4) 1862 (1) 1863 (5) 1864 (3) 1865 (1) 1866 (4) 1867 (2) 1868 (3) 1869 (3) 1870 (3) 1871 (2) 1872 (1) 1873 (1) 1874 (2) 1875 (2) 1876 (1) 1877 (2) 1878 (3) 1879 (2) 1880 (2) 1881 (2) 1882 (1) 1883 (2) 1884 (4) 1885 (4) 1886 (2) 1887 (5) 1888 (4) 1889 (4) 1890 (3) 1891 (3) 1892 (3) 1893 (3) 1894 (2) 1895 (4) 1896 (3 1897 (2) 1898 (5) 1899 (5) 1900 (9) 1901 (4).

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

QE 451 .G3 Z8
Über urausscheidungen in rheinische
Kummel Library APQ6862
3 2044 032 921 306

I-71

Zirkel, F.
AUTHOR

Über Urausscheidungen in Rhein-
TITLE

ischen Basalten.

DATE DUE

GAYLORD PRINTED IN U.S.A.